

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

tehnologija mesa

meat technology

God.

51

Br.

2

Beograd,

2010

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

Ph. D. Andrzej Borys

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

Prof. dr Sava Bunčić

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

Prof. dr Luca Cocolin

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

Prof. dr Radoslav Grujić

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

Prof. dr Andrej B. Lisicin

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

Dr Vesna Matekalo-Sverak

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

Prof. dr Dragojlo Obradović

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

Prof. dr Radomir Radovanović

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

Dr Apostolos Rantsios

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

Dr Aurelija Spirić

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

Prof. dr Mitre Stojanovski

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

Prof. dr Marija Škrinjar

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

Prof. dr Klaus Troeger

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

Dr Lazar Turubatović

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

Dr Slavica Vesković-Moračanin

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

Prof. dr Ilija K. Vuković

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

Prof. dr Božidar Žlender

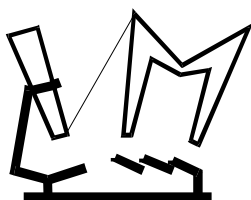
Biotehnički fakultet, Katedra za hranu, istraživanja i tehnologiju,
Ljubljana, Republika Slovenija
Faculty of Biotechnology, Department of Food, Science and
Technology, Ljubljana, Republic of Slovenia

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

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

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

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



tehnologija mesa

naučni časopis

Tehnologija mesa God. 51 Br. 2 Str. 105–196 Beograd 2010

OSNIVAČ I IZDAVAČ

**Institut za higijenu i
tehnologiju mesa**

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

DIREKTOR

Dr Vesna Matekalo-Sverak

GLAVNI I ODGOVORNI
UREDNIK

Dr Aurelija Spirić

UREDNICI TEMATSKIH OBLASTI

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

Dr Slavica Vesković-Moračanin – opšta i
tehnološka mikrobiologija

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

Dr Aurelija Spirić – hemijske metode
ispitivanja

LEKTOR ZA SRPSKI JEZIK
Branka Marković

LEKTOR ZA ENGLESKI JEZIK
Olga Devečerski

TEHNIČKO UREĐENJE
Danijela Šarčević
Radmila Zdravković

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

Cena godišnje pretplate za časopis za
Republiku Srbiju iznosi 4500,00 din.
Uplate se mogu vršiti na tekući račun
Instituta broj 205-7803-56 kod
Komerijalne 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.

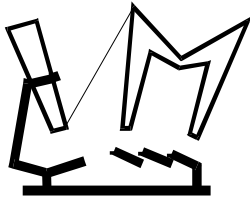
Kompjuterska obrada i štampa
Beoknjiga, Beograd
beobook@drenik.net
Tiraž 200 primeraka

SADRŽAJ

Originalni naučni radovi

- **Ispitivanje uticaja ishrane i dužine tova brojlera na status lipida mesa**
*Cvrk Ramzija, Bašić Meho, Sadadinović Jasminka, Božić Aleksandar, Čorbo
Selma, Pucarević Mira..... 105*
- **Značaj pH vrednosti za kvalitet mesa brojlera – uticaj genotipova**
Ristić Milan, Damme Klaus..... 115
- **Stanje ekosistema, kvalitet i bezbednost mesa šarana (*Cyprinus carpio*)
iz akvakulture u toku uzgoja**
*Đinović Jasna, Trbović Dejana, Vranić Danijela, Janković Saša, Spirić
Danka, Radičević Tatjana, Spirić Aurelija..... 124*
- **Primena bliske infracrvene spektroskopije u određivanju hemijskog
sastava mesa i proizvoda od mesa**
Prevolnik Maja, Škrlep Martin, Škorjanc Dejan, Čandek-Potokar Marjeta..... 133
- **Ocena trupova nojeva proizvedenih u Makedoniji**
Naseva Dijana, Pejkovski Zlatko, Lilić Slobodan..... 143
- **Mikrobiološki status trupova junadi na liniji klanja**
*Lilić Slobodan, Borović Branka, Velebit Branko, Lakičević Brankica, Baltić
Tatjana, Rašeta Mladen, Spirić Danka..... 149*
- **Ispitivanje rezistentnosti bakterija *Sallmonela* spp. izolovanih sa trupova
goveda prema antimikrobnim supstancama**
Velebit Branko, Lilić Slobodan, Borović Branka..... 154
- **Nutritivna vrednost kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*) i
šarana (*Cyprinus carpio*) iz akvakulture**
*Vranić Danijela, Trbović Dejana, Đinović Jasna, Mažić Zoran, Spirić Danka,
Miličević Dragan, Spirić Aurelija..... 159*
- **Studija o nalazu pšeničnog glutena u različitim životnim namirnicama**
*Spirić Danka, Borović Branka, Velebit Branko, Lakičević Brankica,
Babić Jelena, Milijašević Milan, Janković Vesna..... 169*
- **Procena stanja na tržištu proizvoda od mesa u Rusiji u 2008. godini**
Hvilja Sergej, Burlakova Svetlana, Pčelkina Viktorija..... 176
- Uputstvo autorima za pisanje radova 195**

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



meat technology scientific journal

Meat Technology Vol. 51 No. 2 P. 105–196 Belgrade 2010

FOUNDER AND PUBLISHER

**Institute of Meat Hygiene and
Technology**

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

DIRECTOR
Vesna Matekalo-Sverak, PhD

EDITOR IN CHIEF
Aurelija Spirić, PhD

EDITORS OF SCIENTIFIC FIELDS

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

Dr Slavica Vesković-Moračanin – basic
and technological microbiology

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

Dr Aurelija Spirić – analytical
methodology

PROOFREADER FOR
SERBIAN LANGUAGE
Branka Marković

PROOFREADER FOR
ENGLISH LANGUAGE
Olga Devečerski

TECHNICAL EDITION
Danijela Šarčević
Radmila Zdravković

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

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

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

CONTENTS

Original scientific paper

- **Study of the effect of broiler nutrition and duration of fattening on the lipid status of meat**
Cyrk Ramzija, Bašić Meho, Sadadinović Jasminka, Božić Aleksandar, Čorbo Selma, Pucarević Mira..... 110
- **Bedeutung des pH-Wertes für die Fleischqualität von Broilern – Einfluss der Zuchtlinien**
Ristic Milan, Damme Klaus..... 115
- **The meaning of pH-value for the meat quality of broilers – Influence of breed lines**
Ristic Milan, Damme Klaus..... 120
- **The state of ecosystem, quality and safety of the carp meat (*Cyprinus carpio*) from aquaculture during farming**
Đinović Jasna, Trbović Dejana, Vranić Danijela, Janković Saša, Spirić Danka, Radičević Tatjana, Spirić Aurelija..... 124
- **Application of near infrared spectroscopy to predict chemical composition of meat and meat products**
Prevolnik Maja, Škrlep Martin, Škorjanc Dejan, Čandek-Potokar Marjeta..... 133
- **Evaluation of the ostrich carcass reared and slaughtered in Macedonia**
Naseva Dijana, Pejkovski Zlatko, Lilić Slobodan..... 143
- **Microbial status of beef carcasses on the slaughter line**
Lilić Slobodan, Borović Branka, Velebit Branko, Lakičević Brankica, Baltić Tatjana, Rašeta Mladen, Spirić Danka..... 149
- **Antimicrobial resistance of *Salmonella* spp. isolates collected from cattle carcasses**
Velebit Branko, Lilić Slobodan, Borović Branka..... 154
- **Nutritional quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and common carp (*Cyprinus carpio*) from aquaculture**
Vranić Danijela, Trbović Dejana, Đinović Jasna, Mažić Zoran, Spirić Danka, Miličević Dragan, Spirić Aurelija..... 159
- **Findings of the wheat gluten in various food stuffs**
Spirić Danka, Borović Branka, Velebit Branko, Lakičević Brankica, Babić Jelena, Milijašević Milan, Janković Vesna..... 169
- **Оценка рынка мясных продуктов России за 2008 год**
Хвьяля Сергей, Буракова Светлана, Пчелкина Виктория..... 184
- Guidelines for the authors** 196

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

Ispitivanje uticaja ishrane i dužine tova brojlera na status lipida mesa*

Cvrk Ramzija¹, Bašić Meho¹, Sadadinović Jasminka¹, Božić Aleksandar², Čorbo Selma³, Pucarević Mira⁴

S a d r ž a j: Modifikacije u proizvodnji pilećeg mesa, u pogledu uticaja na sastav masnih kiselina u pilećem mesu radi obogaćivanja pilećeg mesa polinezasićenim masnim kiselinama (PUFA), su poželjne u pogledu nutritivnog uticaja na zdravlje ljudi, ali značajno povećavaju podložnost pilećeg mesa procesu oksidacije. Oksidacija lipida je glavni uzrok smanjenja kvaliteta mesa i značajan faktor održivosti mesa i mesnih proizvoda.

Cilj ovog istraživanja je određivanje vrednosti peroksidnog broja i sadržaja slobodnih masnih kiselina u uzorcima pilećeg mesa, u zavisnosti od vrste masti koja je korišćena za omašćivanje hrane za piliće.

U radu su ispitivani uzorci dve grupe pilića od po 100 komada tovnog hibrida Cobb 500. Obe grupe su držane u istom objektu i hranjene koncentratnim smešama istog sirovinskog sastava i istih nutritivnih svojstava. Jedina razlika je bila u kvalitetu i sastavu masnoće (svinjska mast i suncokretovo ulje) koja se koristila pri proizvodnji hrane za tov pilića u količini od 5,0%. Pilići su bili u standardnom tovu 42 dana, odnosno produženom tovu 56 dana. Nakon uzorkovanja i klanične obrade pilića, pileće meso je skladišteno u hladnjači na temperaturi -18°C u periodu od 60 dana. Oksidativni status mesa određen je u primarnoj fazi oksidacije određivanjem vrednosti peroksidnog broja i sadržaja slobodnih masnih kiselina. Ispitivani su uzorci belog i crvenog pilećeg mesa.

Rezultati ispitivanja su ukazali na značajno veće vrednosti peroksidnog broja kod crvenog mesa u odnosu na belo meso, što pokazuje da je crveno meso (batak sa karabatom) podložnije oksidacionim procesima od belog mesa sa predela grudi ($P < 0,05$). Takođe, dobijene su veće vrednosti sadržaja slobodnih masnih kiselina u crvenom mesu u odnosu na belo meso. Ove razlike su značajnije kod upotrebe suncokretovog ulja.

Ključne reči: oksidacija masti, pileće meso, peroksidni broj, slobodne masne kiseline.

Uvod

Proizvodnja i potrošnja pilećeg mesa u svetu je u stalnom porastu, prvenstveno radi njegovog prehrambenog značaja. Visok sadržaj proteina i nizak sadržaj masti čine pileće meso jednom od najznačajnijih namirnica u ishrani ljudi. U humanoj medicini istraživanja su pokazala da, osim količine utrošene masti, vrlo je bitan i njihov kvalitet i hemijski sastav. U ishrani ljudi, posebno su značajne polinezasićene masne kiseline (PNMK), i to omega-3 i omega-6. Za ugrađivanje navedenih kiselina u mišićno tkivo potrebno je da se pilići hrane obrocima koji su bogati polinezasićenim masnim kiselinama (PNMK). Istraživanja o sastavu masnih kiselina u lipidima pilećeg mesa ukazuju da su u tovu pilića korišćene različite vrste koncentratnih smeša, sa do-

datkom različitih vrsta masti i ulja, tako da su masne kiseline prisutne u hrani za piliće uticale na njihovo deponovanje u pilećem mesu. Ovu činjenicu dokazali su mnogi autori (Crespo i Esteve-Garcia, 2001, 2002; Rondelli i dr., 2004; Kralik i dr. 2001, 2003), koji su svojim istraživanjima potvrdili korelaciju između masnih kiselina prisutnih u hrani za piliće i masnih kiselina u pilećem mesu. Međutim, povećanje sadržaja polinezasićenih masnih kiselina u pilećem mesu povećava podložnost pilećeg mesa procesu oksidacije, što utiče na kvalitet mesa u smislu promene boje mesa, arome i ukusa. Osim toga, u procesu oksidacije lipida mišićnog tkiva nastaju potencijalno toksična jedinjenja koja značajno menjaju prehrambenu vrednost pilećeg mesa i čine ga nepoželjnim za ishranu, te skraćuju njegovu održivost. Najvažniji faktori koji utiču na početak i dalji

*Kratak sadržaj rada je objavljen u „Zborniku kratkih sadržaja“ sa Međunarodnog 55. savetovanja industrije mesa, održanog na Tari od 15. do 17. juna 2009.

¹ Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet, Univerzitetska 8, 75 000 Tuzla, Bosna i Hercegovina;

² Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg D. Obradovića 8, 21 000 Novi Sad, Republika Srbija;

³ Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina;

⁴ Educon University, Fakultet zaštite životne sredine, Vojvode Putnika bb, 21 208 Sremska Kamenica, Republika Srbija.

razvoj procesa oksidacije u mesu su: sadržaj i profil masnih kiselina, stepen i način obrade mesa, način i temperatura pakovanja, izloženost svetlosti i vreme skladištenja (Russell i dr., 2003; Racanicci i dr., 2008).

Cilj ovog rada bio je ispitivanje uticaja svinjske masti i suncokretovog ulja dodatih hrani kao i dužine tova pilića na proces oksidacije u lipidima mišića belog i crvenog pilećeg mesa. Uticaj svinjske masti, koja ima visok sadržaj zasićenih masnih kiselina, i suncokretovog ulja bogatog mononezasićenim i polinezasićenim masnim kiselinama (linolna $C_{18:2}$) određivali bi se na osnovu sadržaja slobodnih masnih kiselina, kao produkata hidrolize masti i promene peroksidnog broja, kao pokazatelja primarnog procesa oksidacije u lipidima mišića pilećeg mesa.

Materijal i metode

U radu su ispitani uzorci dve grupe pilića po 100 jedinki tovnog hibrida Cobb 500. Obe grupe su držane u istom objektu i hranjene koncentratnim smešama istog sirovinskog sastava i istih nutritivnih svojstava, sa jedinom razlikom u kvalitetu i sastavu masnoće (svinjska mast i suncokretovo ulje) koja se koristila pri proizvodnji hrane za tov pilića u količini od 5,0%. Pilići su bili u standardnom tovu 42 dana i produženom tovu 56 dana. Nakon uzorkovanja i klaničke obrade pilića, pileće meso je pakovano u PE vrećice i skladišteno u hladnjači na temperaturi od -18°C u periodu od 60 dana. Iz svake grupe slučajnim uzorkovanjem odabrano je po 24 pileta i analizirano po 12 uzoraka belog mesa (grudi) i 12 uzoraka crvenog mesa (batak sa karabtkom).

Priprema uzoraka

Od dela pilećeg mesa predviđenog za ispitivanje uzeto je od 80 grama do 100 grama pilećeg mesa, sečeno na kockice (oko 10 mm), na čistoj površini i stavljeno u laboratorijski homogenizator zajedno sa 250 ml hloroforma i mešano 30 sekundi. Homogenizator mora da ima mogućnost istovremenog mešanja i sečenja uzorka. Nakon homogenizacije uzorak je odmah filtriran kroz filter papir u čistu čašu od 400 ml, te je od dobijenog filtrata pipetom odvojeno tri puta po 25 ml za pojedinačne analize. Prvi uzorak filtrata od 25 ml stavljen je u prethodno izmerenu čašu od 150 ml i uparavan hloroformom u vodenom kupatilu u struji azota. Nakon toga ostatak je sušen u sušnici na temperaturi od $101^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ do konstantne mase. Dobijena masa masti uzeta je kao masa uzorka kod proračuna vrednosti peroksidnog broja i slobodnih masnih kiselina. Druga dva uzorka filtrata po 25 ml stavljena

su u erlenmajer tikvice zapremine 125 ml i korišćena su za analizu peroksidnog broja, odnosno slobodnih masnih kiselina.

Hemijske analize

Određivanje peroksidnog broja – Pb (meq O_2/kg masti): količini od 25 ml dobijenog filtrata je dodato 10 ml glacijalne sirćetne kiseline i 1 ml zasićenog rastvora kalijum-jodida i ostavljeno da stoji tačno jedan minut uz povremeno mešanje. Zatim je dodato 30 ml destilovane vode i titrisano sa 0,01 M natrijum-tiosulfatom uz upotrebu rastvora skroba kao indikatora (Rockwood i dr., 1967).

Proračun: meq peroksida po 1000 grama masti = $(\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times M / \text{masa uzorka}) \times 1000$, gde je M = molaritet natrijum-tiosulfata.

Određivanje slobodnih masnih kiselina – SMK, % (kao oleinska kiselina): 25 ml dobijenog filtrata je prethodno neutralizovano etanolom, dodato je 1 ml fenolftalein indikatora i titrisano sa 0,05 M natrijum-hidroksidom do pojave stabilne ružičaste boje (Rockwood i dr., 1967).

Proračun: SMK, % (kao oleinska kiselina) = $(\text{ml hidroksida} \times M \times 28,5) / \text{masa uzorka masti}$ gde je M = molaritet natrijum-hidroksida.

Statistička analiza

Rezultati dobijeni tokom istraživanja obrađeni su u programskom paketu SPSS. Razlike između ispitivanih grupa utvrđene su pomoću Kolmogorov–Smirnovog testa (K-S testa) na nivou značajnosti 5% ($P < 0,05$).

Rezultati ispitivanja i diskusija

Dobijene prosečne vrednosti peroksidnog broja (Pb) i slobodnih masnih kiselina (SMK) u zavisnosti od vrste masti u hrani za tov pilića prikazane su u tabeli 1.

Određivanjem peroksidnog broja za obe grupe, eksperimentalno je utvrđena maksimalna vrednost peroksidnog broja za grupu pilića hranjenih hranom koja sadrži svinjsku mast od 9,412 meq O_2/kg masti, dok je prosečna vrednost peroksidnog broja za ovu grupu 8,516 meq O_2/kg masti. Maksimalna vrednost peroksidnog broja za grupu pilića hranjenu hranom koja sadrži suncokretovo ulje je 10,00 meq O_2/kg masti, a prosečna vrednost u ovoj grupi je 8,794 meq O_2/kg masti.

Takođe, određivanjem sadržaja slobodnih masnih kiselina za obe grupe utvrđeno je da kod pilića hranjenih hranom koja sadrži svinjsku mast, maksi-

Tabela 1. Prosečna vrednost peroksidnog broja (Pb) i sadržaja slobodnih masnih kiselina (SMK) u zavisnosti od vrste hrane za tov**Table 1.** Average peroxide value (PV) and free fatty acids content (FFA) depending on broiler diet

Parametri procene/ Parameters of estimation	Hrana za tov sa svinjskom mašču/ Broiler diet containing lard		Hrana za tov sa suncokretovim uljem/ Broiler diet containing sunflower oil	
	Pb (meq O ₂ /kg masti)/ PV (meq O ₂ /kg fat)	SMK(%)/ FFA(%)	Pb (meq O ₂ /kg masti)/ PV (meq O ₂ /kg fat)	SMK(%)/ FFA(%)
N	24	24	24	24
Aritmetička sredina/ Average value	8,516	1,229	8,794	1,662
Maksimalna vrijednost/ Max. Value	9,412	1,768	10,00	2,215
Standardna devijacija/ Standard deviation	0,612	0,287	0,957	0,351
P-vrednost/ P-value	0,144	0,000	0,144	0,000

P– vrednost: testiranje postojanja razlika na nivou značajnosti 5% ($p < 0,05$)

P-value: testing of the presence of difference at the level of significance of 5% ($p < 0,05$)

malna vrednost sadržaja SMK je 1,768%, dok je prosečna vrednost SMK 1,229%. Za grupu hranjenu hranom sa suncokretovim uljem, maksimalna vrednost sadržaja SMK je 2,215%, a prosečna vrednost SMK je 1,662%.

Na osnovu dobijenih prosečnih vrednosti obavljena je procena razlike ispitanih parametara za obe grupe, pa je utvrđeno da postoji statistički značajna razlika za vrednosti SMK ($p < 0,05$) između dve vrste hrane.

Dobijene prosečne vrednosti peroksidnog broja (Pb) i slobodnih masnih kiselina (SMK) za belo i crveno pileće meso, u zavisnosti od dužine tova, date su u tabeli 2.

Određivanjem dobijenih vrednosti peroksidnog broja i sadržaja slobodnih masnih kiselina u mišić-

nom tkivu belog i crvenog pilećeg mesa u standardnom tovu koji traje 42 dana utvrđene su prosečne vrednosti navedenih parametara. Prosečna vrednost peroksidnog broja kod belog mesa iznosi 7,77 meq O₂/kg masti, dok je kod crvenog mesa nešto viša, 9,07 meq O₂/kg masti. Dobijene prosečne vrednosti za sadržaj slobodnih masnih kiselina za standardni tov trajanja 42 dana su 1,28%, za belo meso i 1,41%, za crveno meso. Na osnovu dobijenih rezultata utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,05$) za vrednosti peroksidnog broja između belog i crvenog mesa u standardnom tovu trajanja 42 dana, dok za vrednosti sadržaja slobodnih masnih kiselina nema statistički značajne razlike. Dobijene razlike u rezultatima za peroksidni broj u lipidima belog i crvenog pilećeg mesa u saglasnosti su sa istraživanjima

Tabela 2. Prosečne vrednosti peroksidnog broja (Pb) i sadržaja slobodnih masnih kiselina (SMK) belog i crvenog pilećeg mesa u tovu od 42 dana i 56 dana**Table 2.** Average peroxide value (PV) and free fatty acids content (FFA) at chicken breast and thigh in 42 day and 56 day fattening

Uzorci/Samples	Standardni tov 42 dana/ 42 days Standard fattening			Produženi tov 56 dana/ 56 days Prolonged fattening		
	Belo meso (grudi)/ Breast	Crveno meso/ Thigh	P–vrednost/ P–value	Belo meso (grudi)/ Breast	Crveno meso/ Thigh	P–vrednost/ P–value
Pb ± SD (meq O ₂ /kg masti)/ PV ± SD (meq O ₂ /kg fat)	7,77 ± 0,600	9,07 ± 0,398	0,000	8,18 ± 0,253	9,60 ± 0,366	0,000
SMK ± SD (%)/ FFA ± SD (%)	1,283 ± 0,220	1,418 ± 0,489	0,033	1,225 ± 0,162	1,855 ± 0,362	0,000

SD – standardna devijacija/standard deviation

drugih autora (Kralik i dr., 2001, 2003; Crespo i Esteve-Garcia, 2001, 2002.). Navedeni autori ustanovili su da su tovnj pilići hranjeni hranom s dodatkom animalnih masti sadržavali više zasićenih masnih kiselina u lipidima mišića grudi (belog mesa), i to, posebno, palmitinsku, stearinsku i miristinsku masnu kiselinu, u poređenju sa brojlerima hranjenim hranom sa dodatkom biljnih masti. U istim istraživanjima utvrđena je i značajna razlika u udelu zasićenih masnih kiselina u ukupnim masnim kiselinama lipida belog mesa u odnosu na lipide crvenog mesa. Navedena istraživanja ukazuju na činjenicu da se u lipidima mišića crvenog pilećeg mesa deponuje veći sadržaj polinezasićenih i mononezasićenih masnih kiselina, čime može da se objasni značajno veća vrednost peroksidnog broja, tj. veća podložnost crvenog mesa procesu oksidacije, što je u korelaciji sa rezultatima drugih autora (Cortinas i dr., 2005; Sanz i dr., 1999).

Kada su u pitanju pilići u produženom tovu od 56 dana, u lipidima belog mesa utvrđena prosečna vrednost peroksidnog broja je 8,18 meq O₂/kg masti, a u lipidima crvenog mesa 9,603 meq O₂/kg. Kod navedenih pilića prosečna vrednost sadržaja slobodnih masnih kiselina u lipidima belog pilećeg mesa je 1,225%, dok prosečna vrednost sadržaja slobodnih masnih kiselina u lipidima crvenog pilećeg mesa iznosi 1,855%. Na osnovu dobijenih vrednosti utvrđena je značajna statistička razlika (p < 0,05) za oba ispitivana parametra tj. za peroksidni broj i za sadržaj slobodnih masnih kiselina u lipidima belog i crvenog pilećeg mesa.

Zbog dobijenih statistički značajnih razlika (p < 0,05) za vrednosti oba ispitivana parametra u različitim dužinama tova za obe grupe pilića, u ovom istraživanju procenjen je i uticaj dužine trajanja tova na oksidacionu stabilnost pilećeg mesa. Dobijena prosečna vrednost (za belo i crveno meso) peroksidnog broja je 8,422 meq O₂/kg, a masti i sadržaja slobodnih masnih kiselina 1,351%, za standardni tov od 42 dana. Prosečna vrednost peroksidnog broja za produženi tov od 56 dana je 8,889 meq O₂/kg masti, a sadržaj slobodnih masnih kiselina od 1,540%. Na osnovu dobijenih rezultata može da se konstatuje da je utvrđena značajna statistička razlika (P < 0,05) za vrednost peroksidnog broja između

standardnog i produženog tova za obe grupe pilića, dok za vrednost sadržaja slobodnih masnih kiselina nije ustanovljena statistički značajna razlika.

Zaključak

Na osnovu sprovedenih istraživanja oksidacione stabilnosti masti u mišićima belog i crvenog pilećeg mesa za obe ispitivane grupe pilića, pa na osnovu dobijenih vrednosti peroksidnog broja i sadržaja slobodnih masnih kiselina, može da se zaključi:

- Kod poređenja dve vrste hrane za piliće, tj. potvrđenjem parametara kod hrane omašćene svinjskom masti i hrane omašćene suncokretovim uljem postoji statistički značajna razlika (p < 0,05) u vrednosti sadržaja slobodnih masnih kiselina, dok u vrednosti peroksidnog broja nema statistički značajne razlike.
- Ispitivanjem vrednosti peroksidnog broja i sadržaja slobodnih masnih kiselina u mastima belog i crvenog pilećeg mesa u standardnom tovu od 42 dana utvrđena je statistički značajna razlika (p < 0,05) kod vrednosti peroksidnog broja između masti belog i crvenog pilećeg mesa, pa da je u mastima crvenog pilećeg mesa dobijena značajno veća vrednost peroksidnog broja. Kod standardnog tova nisu utvrđene statistički značajne razlike u vrednostima slobodnih masnih kiselina između belog i crvenog pilećeg mesa.
- U produženom tovu pilića od 56 dana u obe grupe pilića postoje statistički značajne razlike (p < 0,05) za oba ispitivana parametra za vrednost peroksidnog broja i za sadržaj slobodnih masnih kiselina.
- Analizom uticaja dužine trajanja tova pilića na ispitane parametre u obe grupe pilića, može da se zaključi da postoji statistički značajna razlika (p < 0,05) kod vrednosti peroksidnog broja između standardnog i produženog tova, dok za vrednost sadržaja slobodnih masnih kiselina ne postoji statistički značajna razlika.

Literatura

Cortinas L., Barroeta, A., Vilaverde C., Galobart J., Guardiola F., Baucells M. D., 2005. Influence of the Dietary Polyunsaturation Level on Chicken Meat Quality: Lipid Oxidation. *Poultry Science*, 84, 48–55.

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., 2002. Nutrient and fatty Acid Deposition in Broilers Fed Different Dietary Fatty Acid Profiles. *Poultry Science*, 81, 1533–1542.

Kralik G., Ivanković S., Škrtić Z., 2001. Sastav masnih kiselina mesa peradi u zavorenim i slobodnom uzgoju. *Poljoprivreda*, 11, 1, 38–42.

- Kralik G., Škrtić, Z., Kušec G., Kadlec J., 2003.** The influence of rape seed/oil on the quality of chicken carcasses. Czech Journal of Animal Science, 48, 2, 77–84.
- Racanici A. M. C., Menten J. F. M., Regitano d'Acre M. A. B., Torres E. A. F. S., Pino L. M., Pedroso, A. A., 2008.** Dietary Oxidized poultry Offal Fat: Broiler Performance and Oxidative Stability of Thigh meat During Storage, Brazilian Journal of Poultry Science, 10, 1, 29–35.
- Rockwood B. N., Ramsbottom, J. M., Mehlenmacher V. C., 1967.** Preparation of Animal Tissue Fats for Determination of Peroxides and Free Fatty Acids, Eng. Chem. Analyst Edu., 19, pp 853–854.
- Rondelli S. G., Martínez O., Garcia P.T., 2004.** Effect of Different Dietary Lipids on the Fatty Acid Composition of Broiler Abdominal Fat. Brazilian Journal of Poultry Science, 6, 171–175.
- Russell E. A., Lynch A., Galvin K., Lynch P. B., Kerry J. P., 2003.** Quality of Raw, Frozen and Cooked Duck Meat as Affected by Dietary Fat and α -Tocopheryl Acetate Supplementation, International Journal of Poultry Science 2, 5, 324–334.
- Sanz M., Flores A., Lopez-Bote C. J., 1999.** Effect of Fatty Acid Saturation in Broiler Diets on Abdominal Fat and Breast Muscle Fatty Acid Composition and Susceptibility to Lipid Oxidation. Journal of Poultry Science, 78, 378–382.

Study of the effect of broiler nutrition and duration of fattening on the lipid status of meat

Cvrk Ramzija, Bašić Meho, Sadadinović Jasminka, Božić Aleksandar, Čorbo Selma, Pucarević Mira

S u m m a r y: Changes in the production of chicken meat, in regard to the effect on fatty acid composition in poultry meat, for the purpose of enrichment of meat with polyunsaturated fatty acids (PUFA), are desirable from the aspect of nutritional impact on human health, but they increase considerably the susceptibility of meat to oxidation process. Lipid oxidation is the principal cause of deterioration of the quality of poultry meat and also important determinant of shelf life of meat and meat products.

The aim of this research is determination of peroxide values and free fatty acids content in poultry meat samples depending on the source of fat in broiler diet.

Research was carried out on chickens of Cobb 500 provenience divided into two groups of 100 broiler chicks. Chickens were reared in same conditions and fed same diets of identical nutritional content. Single difference was in the quality and source of fat (lard and sunflower oil) used in production of poultry feed – in the quantity of 5%. Duration of fattening of chickens was standard – 42 days, and prolonged fattening – 56 days. After sampling, chickens were slaughtered and their carcasses stored on - 18°C for 60 days.

The oxidative status of meat was assessed in the primary oxidation phase, by determination of peroxide value and free fatty acid content. Samples of breast and thigh muscles were investigated.

Key words: oxidation of fat, chicken meat, peroxide value, free fatty acids.

Rad primljen: 10.04.2009.
Rad ispravljen: 16.06.2010
Rad prihvaćen: 6.09.2010.

Study of the effect of broiler nutrition and duration of fattening on the lipid status of meat

Cvrk Ramzija¹, Bašić Meho¹, Sadadinović Jasminka¹, Božić Aleksandar², Čorbo Selma³, Pucarević Mira⁴

S u m m a r y: Changes in the production of chicken meat, in regard to the effect on fatty acid composition in poultry meat, for the purpose of enrichment of meat with polyunsaturated fatty acids (PUFA), are desirable from the aspect of nutritional impact on human health, but they increase considerably the susceptibility of meat to oxidation process. Lipid oxidation is the principal cause of deterioration of the quality of poultry meat and also important determinant of shelf life of meat and meat products.

The aim of this research is determination of peroxide values and free fatty acids content in poultry meat samples depending on the source of fat in broiler diet.

Research was carried out on chickens of Cobb 500 provenience divided into two groups of 100 broiler chicks. Chickens were reared in same conditions and fed same diets of identical nutritional content. Single difference was in the quality and source of fat (lard and sunflower oil) used in production of poultry feed – in the quantity of 5%. Duration of fattening of chickens was standard – 42 days, and prolonged fattening – 56 days. After sampling, chickens were slaughtered and their carcasses stored on - 18°C for 60 days.

The oxidative status of meat was assessed in the primary oxidation phase, by determination of peroxide value and free fatty acid content. Samples of breast and thigh muscles were investigated.

Investigation results showed significantly higher peroxide values in chicken thigh muscles compared to breast muscles ($p < 0,05$). Also, higher values of free fatty acids were obtained in thigh muscles then breast muscles. These differences were more significant when vegetable oil - sunflower oil was used in the broiler diet.

Key words: oxidation of fat, chicken meat, peroxide value, free fatty acids.

Introduction

The world - wide production and consumption of chicken meat has become very popular due to the nutritional characteristic of this meat type. Because of the high protein and low fat content, chicken meat is most significant type of meat used in human diet. Investigations in human medicine showed that both the quantity and quality of consumed fat with respect to its chemical composition are very important. Polyunsaturated fatty acid (PUFA) is very important in human nutrition, especially omega-3 and omega -6. For incorporation of PUFA into meat lipids, it is necessary to feed broilers using meal enriched in polyunsaturated fatty acid (PUFA). Several studies have been carried out on the effect of the supplementation of feed with different dietary fat sources on the composition of fatty acids in chicken meat. Numerous authors (Crespo and Esteve-Garcia,

2001, 2002; Rondelli et al. 2004; Kralik et al. 2001, 2003) demonstrated correlation between fatty acid in broiler diet and fatty acid in chicken meat. However, high content of polyunsaturated fatty acid (PUFA) in chicken meat increases susceptibility of meat to oxidation process which influences the meat quality, because it generates undesirable odors and flavors, as well as color of meat. Moreover, during lipid oxidation process in muscles of chicken meat, potentially toxic substances occur and significantly change nutritional value of meat, making it undesirable for consumption (not fit for use) and limit the shelf-life of meat. Many factors can contribute to the initiation and development of lipid oxidation process in meat, such as fat content and fatty acid profile, degree of processing, antioxidants content and storage conditions: light, time, temperature, and packaging (Russell et al., 2003.; Racanicci et al., 2008.).

¹University of Tuzla, Faculty of Technology, Univerzitetska 8, 75 000 Tuzla, Bosnia and Herzegovina;

²University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg D. Obradovića 8, 21 000 Novi Sad, Serbia;

³University of Sarajevo, Faculty of Agriculture, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina;

⁴Educon University, Faculty of Environmental Governance and Corporate Responsibility, Vojvode Putnika bb, 21 208 Sremska Kamenica, Serbia.

This research was carried out to assess the effect of two dietary fat sources (lard and sunflower oil) on oxidation process of lipid in muscles of chicken meat - breast and thigh. Influence of lard with high content of unsaturated fatty acid (SFA), and influence of sunflower oil rich in monounsaturated fatty acid (MUFA) and polyunsaturated fatty acid (PUFA), especially linoleic acid ($C_{18,2}$), was evaluated by determining the content of free fatty acids (FFA) as products of lipid hydrolysis, and peroxide value (PV) as indicator of the initial stage of lipid oxidation in chicken meat muscle.

Materials and methods

The research was carried out on chickens of Cobb 500 provenience, divided into two groups of 100 broiler chicks. Chickens were reared in same conditions, and fed same diets with identical nutritional content; difference was in quality and source of fat used in diets (lard and sunflower oil) containing 5% of fat, and fattening 42 days (standard fattening) and 56 days (prolonged fattening). After sampling, chickens were slaughtered and their carcasses stored on -18°C for 60 days. From both groups 24 chicks was randomly selected and 12 samples of breast and 12 samples of thigh meat were analyzed.

Preparation of Sample

Approx. 80 to 100 grams of fat tissue was cut into small cubes (about 10 mm) on a clean surface with a stainless steel knife, diced tissue fat was placed in a high speed mixing and cutting apparatus with 250 ml of chloroform, and stirred for 30 seconds. The mixture of comminuted fat and chloroform was filtered immediately through filter paper into a clean 400 ml beaker, and three 25 ml, portions were withdrawn with a pipette at once for analyses.

One 25 ml portion was placed in previously tarred 150 ml beaker. Each of the other 25 ml portions was placed in a 125 ml Erlenmeyer flask. The chloroform was evaporated in the 150 ml beaker in a water bath under a stream of nitrogen, and dried for a few minutes (to constant weight) in an oven at $101^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. This weight of fat was used as the sample weight for calculation of peroxides and free fatty acids. One of the remaining 25 ml portions was analyzed for peroxides and the last for free acids.

Analytical methods

Procedure for peroxide value - PV (meq O_2/kg fat): To one 25 ml portion of the chloroform filtrate, add 10 ml of glacial acetic acid and 1 ml of

a saturated solution of potassium iodide. Let stand with occasional swirling for exactly 1 minute. Add 30 ml of distilled water and titrate with 0,01 M sodium thiosulfate, using starch as indicator. (Rockwood, *et al.*, 1967).

Calculation: Milliequivalents of peroxide per 1000 grams of fat

$$= (\text{ml of Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{M} / \text{weight of fat}) \times 1000,$$
 where M = molarity of sodium thiosulfate.

Procedure for free fatty acids – FFA (% as oleic acid): To one 25 ml portion of the chloroform extract add 25 ml of previously neutralized alcohol and 1 ml of phenolphthalein indicator. Titrate with 0,05 M sodium hydroxide to the first permanent pink color (Rockwood *et al.*, 1967).

Calculation: % as oleic acid

$$= (\text{ml of alkali} \times \text{M} \times 28,5) / \text{weight of fat}$$
 where M = molarity of sodium hydroxide.

Statistical Analysis

Statistical analysis of the results was performed by SPSS statistical software. Statistical differences between investigated samples determined by Kolmogorov – Smirnov's test (K-S 'test) were at the level of significance of 5% ($P < 0,05$).

Results and discussion

Table 1 shows estimation of peroxide value (PV) and free fatty acids content (FFA) under the influence of broiler diet established during the experiment.

Peroxide value for both investigated groups was evaluated individually, maximum peroxide value of investigated samples of chicks fed meals containing lard 9,412 meq O_2/kg fat, and average peroxide value 8,516 meq O_2/kg fat, were determined. Maximum peroxide value of investigated samples of chicks fed meals containing sunflower oil was 10,00 meq O_2/kg fat, and average peroxide value 8,794 meq O_2/kg fat. Moreover, free fatty acids content for both investigated groups individually, maximum value of free fatty acids content for investigated samples of chicks fed meals containing lard 1,768% were determined, and average value of fatty acids content 1,229%. For samples of chicks fed meals containing sunflower oil, maximum value of free fatty acids content of 2,215% and average value of fatty acids content of 1,662% were determined.

Table 2 shows average peroxide value (PV) and free fatty acids content (FFA) in breast and thigh from chickens fattened for 42 days and 56 days obtained in the experiment.

Table 1. Average peroxide value (PV) and free fatty acids content (FFA) depending on broiler diet
Tabela 1. Prosečna vrednost peroksidnog broja (Pb) i sadržaja slobodnih masnih kiselina (SMK) u zavisnosti od vrste hrane za tov

Parameters of estimation/ Parametri procene	Broiler diet containing lard/ Hrana za tov sa svinjskom mašću		Broiler diet containing sunflower oil/ Hrana za tov sa suncokretovim uljem	
	PV (meq O ₂ /kg fat)/ Pb (meq O ₂ /kg masti)	SMK(%)/ FFA(%)	PV (meq O ₂ /kg fat)/ Pb (meq O ₂ /kg masti)	FFA(%)/ SMK(%)
N	24	24	24	24
Average value/ Aritmetička sredina	8,516	1,229	8,794	1,662
Max. Value/ Maksimalna vrednost	9,412	1,768	10,00	2,215
Standard deviation/ Standardna devijacija	0,612	0,287	0,957	0,351
P-value/ P-vrednost	0,144	0,000	0,144	0,000

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

Table 2. Average peroxide value (PV) and free fatty acids content (FFA) of chicken breast and thigh in 42 day and 56 day fattening

Tabela 2. Prosečne vrednosti peroksidnog broja (Pb) i sadržaja slobodnih masnih kiselina (SMK) belog i crvenog pilećeg mesa u tovu od 42 dana i 56 dana

Samples/ Uzorci	42 days Standard fattening/ Standardani tov 42 dana			56 days Prolonged fattening/ Produženi tov 56 dana		
	Breast/ Belo meso (grudi)	Thigh/ Crveno meso	P-value/ P-vrednost	Breast/ Belo meso (grudi)	Thigh/ Crveno meso	P-value/ P-vrednost
PV ± SD (meq O ₂ /kg fat)/ PV ± SD (meq O ₂ /kg masti)	7,77± 0,600	9,07± 0,398	0,000	8,18± 0,253	9,60± 0,366	0,000
FFA ± SD (%)/ SMK ± SD (%)	1,283±0,220	1,418± 0,489	0.033	1,225± 0,162	1,855± 0,362	0,000

SD – standard deviation/standardna devijacija

Evaluation of differences of investigated parameters for both groups was performed based on determined average values, and statistically significant differences in the value of free fatty acids content ($P < 0,05$) between two types of fed meals were determined. In the evaluation of peroxide value and value of fatty acids content in chicken breast and thigh muscles obtained in standard fattening (42 days), average peroxide values of 7,77 meq O₂/kg fat in chicken breast muscle and 9,07 meq O₂/kg fat in chicken thigh muscle were determined. Also, average values of free fatty acids content for standard

fattening of 1, 28% for chicken breast muscle, and 1, 41% for chicken thigh muscle were determined. The results showed statistically significant differences ($P < 0,05$) in peroxide value between breast muscle and thigh muscle tissue of chicken meat in standard 42 day fattening, while for value of free fatty acids content no statistically significant differences were determined.

Differences between results pertaining to peroxide value of the breast fat tissue and fat tissue of chicken thigh established in this study are in agreement with investigations of numerous authors

(Kralik et al, 2001.,2003; Crespo and Esteve-Garcia, 2001.,2002.). These authors reported that broilers fed diets containing animal fats had higher content of saturated fatty acids in the breast fat tissue, especially palmitic acid (C16:0), stearic acid (C18:0) and myristic acid (C14:0), compared to broiler chicks fed diets based on vegetable fat and oils.

The same investigations showed significant difference in content of saturated fatty acids (SAF) in total fatty acids of breast muscle by comparison to thigh muscle. In fact, this investigation indicated that high contents of polyunsaturated (PUFA) and monounsaturated (MUFA) fatty acids were accumulated in the thigh fat tissue, which explained significantly higher peroxide value of thigh meat and higher susceptibility to oxidation process. This is in agreement with the results of other authors (Cortinas et al., 2005.; Sanz et al., 1999.).

In evaluation of peroxide value and value of fatty acids content in the chicken breast muscle and chicken thigh muscle in prolonged fattening (56 days), average peroxide values of 8,176 meq O₂/kg fat in chicken breast muscle and 9,603 meq O₂/kg fat in chicken thigh muscle were determined. Also, average values of free fatty acids content for prolonged fattening of 1,225% for chicken breast muscle, and 1,855% for chicken thigh muscle were determined. Based on presented results, statistically significant differences (P < 0,05) for both investigated parameters (PV and FFA) in fat tissue of breast chicken meat and thigh chicken meat were determined.

As statistically significant (P < 0,05) differences in values for both of investigation parameters during different fattening duration in this research, also the influence of fattening duration on oxidation stability of chicken meat was evaluated. Moreover, average peroxide value of 8,422 meq O₂/kg fat and free fatty acids content of 1,351% for standard fattening – 42 days, and average peroxide value of 8,889 meq O₂/kg fat and free fatty acids content of 1,540% for prolonged fattening – 56 days were determined. Based on these results, statistically significant (P < 0,05) difference for peroxide value between standard fattening time and prolonged fattening time was determined, while for value of free fatty acids

content no statistically significant difference was determined.

Conclusions

Evaluation of differences of investigated parameters with regard to oxidation stability of lipids in the breast and thigh fat tissue for both groups of broiler chicks, and based on obtained peroxide values and values of free fatty acids content, we can conclude the following:

- In comparison of two types of broiler diets, by determination of parameters, diets based on lard and sunflower oil, statistically significant (P < 0,05) difference in free fatty acids content values were determined, whereas no statistically significant difference was determined in the peroxide value.
- Investigation of peroxide value and free fatty acids content in the breast and thigh fat tissue of chickens in standard fattening (42 days) showed statistically significant (P < 0,05) difference in peroxide value between of breast meat and thigh meat was determined. Also, in thigh fat tissue significantly higher peroxide value (P < 0,05) was determined. In standard fattening, no statistically significant difference in free fatty acids content between of breast meat and thigh meat was determined.
- In prolonged fattening of broiler chickens (56 days), in both investigation groups of samples from broiler chickens, statistically significant (P < 0,05) difference for both of parameters, peroxide value and free fatty acids content, was determined.
- According to investigation of influence of fattening duration on determined parameters in both groups of samples, we can conclude that there were statistically significant (P < 0,05) differences in peroxide value between standard and prolonged fattening, while for free fatty acids content no statistically significant differences were determined.

Literature

- Cortinas, L., Barroeta, A., Vilaverde Cecilia, Galobart, J., Guardiola, F., Baucells, M. D., 2005. Influence of the Dietary Polyunsaturation Level on Chicken Meat Quality: Lipid Oxidation. Poultry Science, 84, 48–55.
- 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., 2002. Nutrient and Fatty Acid Deposition in Broilers Fed Different Dietary Fatty Acid Profiles. Poultry Science, 81, 1533–1542.
- Kralik G., Ivanković, S., Škrčić, Z., 2001. Sastav masnih kiselina mesa peradi u zatvorenom i slobodnom uzgoju. Poljoprivreda, 11, 1, 38–42.

- Kralik G., Škrtić, Z., Kušec, G., Kadlec J., 2003.** The influence of rape seed/oil on the quality of chicken carcasses. Czech Journal of Animal Science, 48, 2, 77–84.
- Racanucci, A. M. C., Menten, J. F. M., Regitano d’Acre, M.A.B., Torres, E.A.F.S., Pino, L.M., Pedrosa, A.A., 2008.** Dietary Oxidized poultry Offal Fat: Broiler Performance and Oxidative Stability of Thigh meat During Storage, Brazilian Journal of Poultry Science, 10, 1, 29–35.
- Rockwood, B.N., Ramsbottom, J.M., Mehlenmacher, V.C., 1947.** Preparation of Animal Tissue Fats for Determination of Peroxides and Free Fatty Acids, Eng.Chem. Analyst Edu., 19, pp 853–854.
- Rondelli, S.G., Martinez, O., Garcia, P.T., 2004.** Effect of Different Dietary Lipids on the Fatty Acid Composition of Broiler Abdominal Fat. Brazilian Journal of Poultry Science, 6, 171 – 175.
- Russell, E. A., Lynch, A., Galvin, K., Lynch, P. B., Kerry, J. P., 2003.** Quality of Raw, Frozen and Cooked Duck Meat as Affected by Dietary Fat and α -Tocopheryl Acetate Supplementation, International Journal of Poultry Science 2, 5, 324 – 334.
- Sanz, M., Flores, A., Lopez- Bote, C. J., 1999.** Effect of Fatty Acid Saturation in Broiler Diets on Abdominal Fat and Breast Muscle Fatty Acid Composition and Susceptibility to Lipid Oxidation. Journal of Poultry Science, 78, 378–382.

Ispitivanje uticaja ishrane i dužine tova brojlera na status lipida mesa

Cvrk Ramzija, Bašić Meho, Sadadinović Jasminka, Božić Aleksandar, Čorbo Selma, Pucarević Mira

Rezime: Modifikacije u proizvodnji pilećeg mesa, u pogledu uticaja na sastav masnih kiselina u pilećem mesu radi obogaćivanja pilećeg mesa polinezasićenim masnim kiselinama (PUFA), su poželjne u pogledu nutritivnog uticaja na zdravlje ljudi, ali značajno povećavaju podložnost pilećeg mesa procesu oksidacije. Oksidacija lipida je glavni uzrok smanjenja kvaliteta mesa i značajan faktor održivosti mesa i mesnih proizvoda.

Cilj ovog istraživanja je određivanje vrednosti peroksidnog broja i sadržaja slobodnih masnih kiselina u uzorcima pilećeg mesa, u zavisnosti od vrste masti koja je korišćena za omašćivanje hrane za piliće.

U radu su ispitivani uzorci dve grupe pilića od po 100 komada tovnog hibrida Cobb 500. Obe grupe su držane u istom objektu i hranjene koncentratnim smešama istog sirovinskog sastava i istih nutritivnih svojstava. Jedina razlika je bila u kvalitetu i sastavu masnoće (svinjska mast i suncokretovo ulje) koja se koristila pri proizvodnji hrane za tov pilića u količini od 5,0%. Pilići su bili u standardnom tovu 42 dana, odnosno produženom tovu 56 dana. Nakon uzorkovanja i klanične obrade pilića, pileće meso je skladišteno u hladnjači na temperaturi -18°C u periodu od 60 dana. Oksidativni status mesa određen je u primarnoj fazi oksidacije određivanjem vrednosti peroksidnog broja i sadržaja slobodnih masnih kiselina. Ispitivani su uzorci belog i crvenog pilećeg mesa.

Rezultati ispitivanja su ukazali na značajno veće vrednosti peroksidnog broja kod crvenog mesa u odnosu na belo meso, što pokazuje da je crveno meso (batak sa karabtkom) podložnije oksidacionim procesima od belog mesa sa predela grudi ($P < 0,05$). Takođe, dobijene su veće vrednosti sadržaja slobodnih masnih kiselina u crvenom mesu u odnosu na belo meso. Ove razlike su značajnije kod upotrebe suncokretovog ulja.

Ključne reči: oksidacija masti, pileće meso, peroksidni broj, slobodne masne kiseline.

Paper received: 10.04.2009.

Paper corrected: 16.06.2010

Paper accepted: 6.09.2010.

Bedeutung des pH-Wertes für die Fleischqualität von Broilern – Einfluss der Zuchtlinien

Ristic Milan¹, Damme Klaus²

Schlussfolgerungen: Für die Erfassung der Qualität von Geflügelfleisch gleich nach der Schlachtung spielen die physikalischen Kriterien (pH-Wert, Leitfähigkeit, Farbe, Saffthaltevermögen) eine bedeutende Rolle. Mit modernen pH-Geräten können heute schon am Schlachtband mehrere Messungen (15 Min., 1 und 3 Std. p.m.) durchgeführt werden, die Information über eine normale oder abweichende Fleischbeschaffenheit (PSE, DFD) liefern. Diese Problematik wurde zuerst in den 60iger Jahren beim Schweinefleisch beobachtet. Mit zunehmender Intensivierung der Mastdauer wurden die gleichen Veränderungen in der Fleischqualität von Broilern festgestellt. Die Grenzbereiche für die pH-Messwerte 15 Min. p.m. liegen zwischen 5,4 bis 5,8 für PSE, von 5,8 bis 6,3 für normale Fleischbeschaffenheit und von >6,3 für DFD.

Schlüsselwörter: pH-Wert - Züchtung - Fleischqualität

Einleitung

Die Fleischqualität wird mit Hilfe von biochemischen, physikalischen, chemischen, sowie bakteriologischen Daten erfasst. Eine Bedeutung wird den physikalischen Kriterien (pH-Wert, Leitfähigkeit, Farbe, Saffthaltevermögen) gleich nach dem Schlachten beigegeben (Honikel, 2006; Petracci and Baeza, 2007). Die Qualität des Geflügelfleisches steht in einer engen Beziehung zu Genetik, Haltung, Fütterung, Transport, Schlachtmethodik, Lagerdauer und -temperatur. In wieweit die postmortale Glykolyse im Muskelgewebe abläuft, wird entweder mit einer normalen oder abweichenden Fleischbeschaffenheit gerechnet (PSE, DFD). Die ersten Ansätze zu diesem Thema liefern Untersuchungen aus dem Jahr 1968 bis 1971 beim Schweinefleisch (Scheper und Schön, 1971) und gleichzeitig auch beim Geflügelfleisch (Trojan und Niewiarowicz, 1971; Ristic und Schön, 1977).

Ziel dieser Studie war, mit Hilfe von pH-Messungen und weiteren begleitenden Kriterien gleich nach dem Schlachten in Abhängigkeit von der Züchtung, des Schlachtprozesses und den Lagerbedingungen die Fleischqualität von Broilern zu erfassen.

Material und Methoden

Das Material bestand aus 5109 Broiler-Schlachttierkörpern bekannter Zuchtlinien der Herkunft Loh-

mann, die nach einer Mastdauer von 41 bis 45 Tagen bei Bodenhaltung, einer Nüchterungsdauer von 12 bis 16 Stunden und einem Transport von 4 bis 10 km unter kontrollierten Bedingungen in 3 Tagen in einer gewerblichen Schlachtereier geschlachtet wurden. Der Schlachtprozess dauerte ca. 15 Min., gleich danach wurden am Band die pH₁-Messungen in der Brustmuskulatur (*M. pectoralis maior*) vorgenommen. Die Kerntemperatur der schlachtwarmen Schlachttierkörper lag bei +38°C.

Die angewandten Methoden sind bei Ristic und Hechelmann (1990) und Ristic et al. (1994) beschrieben.

Die Versuchsdaten verschiedener Zuchtlinien wurden zuerst auf Normalverteilung überprüft, danach erfolgte mit Hilfe einfaktorierlicher Varianzanalyse und mit der Least-Square-Analyse nach HARVEY die statistische Auswertung, wobei die Signifikanz mit dem F-Test und dem t-Test errechnet wurde.

Ergebnisse und Diskussion

Die pH-Verteilung der pH₁-Werte lag zwischen 5,50 und 6,79 (Tab. 1). Wird eine Unterteilung nach NIEWIAROWICZ (1978) vorgenommen, so zeigen 6,7% der männlichen und 4,3% der weiblichen Schlachttierkörper eine PSE-Kondition (siehe Übersicht 1). Nach Ristic und Schön (1977) und Scheper und Schön (1971) erhöht sich der Anteil an

¹retired, MRI, E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach, Germany;

²LfL/Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügel, Mainberheimer Str. 101, 97318 Kitzingen, Germany.

PSE, sofern der pH-Wert 5,8 als Grenze gesetzt wird, auf 18,6 bei männlichen und 11,6% bei weiblichen Schlachttierkörpern. Eine normale Fleischbeschaffenheit (5,8 bis 6,3) besaßen bei den männlichen Schlachtkörpern 65% und bei den weiblichen 66,8%. Dem Rest mit 16,4 bzw. 21,6% wäre nach Niewiarowicz eine DFD-Fleischbeschaffenheit zuzurechnen. Die durchschnittlichen pH₁-Werte der männlichen Broiler (n=2.376) lagen mit 6,02 niedriger als die der weiblichen (n=2.682) mit 6,10.

Die geprüften Zuchtlinien übten ebenfalls Einfluss auf die pH-Werte aus (Tab. 2). Die niedrigsten pH₁-Werte zeigte die Linie B der männlichen und weiblichen Broiler mit 5,92 bzw. 5,99. Extrem hohe pH₁-Werte ergaben die Linien C und D. Die Unterschiede zwischen den Linien C und D der männlichen Broiler waren nicht signifikant (6,29:6,27). Bei den weiblichen Broilern gab es dagegen signifikante Unterschiede zwischen den Zuchtlinien.

Übersicht 1: Grenzbereiche verschiedener Autoren für Fleischqualität mittels pH-Messung

Messzeit Brustfleisch (min p.m.)	Tierart	Fleischqualität			Autor
		PSE	Normal	DFD	
15	Broiler	<5,8		>6,3	Trojan und Niewiarowicz, 1971
15	Broiler	<5,8	>6,0	>6,2	Ristic und Schön, 1977
15	Broiler	5,4-5,7			Niewiarowicz, 1978
15	Broiler	≤5,7	5,8-6,3	≥6,4	Niewiarowicz und Pikol, 1979
15	Broiler	5,63	5,7	5,81	Fletcher, 1999
90	Pute	5,72	6,09		Owens et al., 2000
15	Broiler	5,77	5,89	6,04	Petracci et al., 2004
15	Broiler	<5,7	>6,0		Ristic et al., 2004
15	Broiler	5,54	5,91	6,23	Zhang und Barbut, 2005
180	Broiler	<5,7	5,7-6,1	>6,1	Lesiow et al., 2009
45 bzw. 60 (Kotelett)	Schwein	<5,6 bzw. 5,6-5,8			Scheper und Schön, 1971
45 bzw. 60 (Kotelett)	Schwein	<5,8			Scheper, 1973
45 bzw. 60 (Kotelett)	Schwein	≤5,59 bzw. ≤5,79			Augustini und Fischer, 1981
45 bzw. 60 (Kotelett)	Schwein	<5,8			Fischer, 2001

Tabelle 1. Verteilung der pH₁-Werte bei männlichen und weiblichen Broilern – Brustmuskulatur (n=5058)

pH-Stufen	männlich			weiblich		
	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s
5,50-5,59	35	5,56	0,03	22	5,55	0,03
5,60-5,69	125	5,66	0,03	93	5,64	0,03
5,70-5,79	281	5,75	0,03	195	5,75	0,03
5,80-5,89	425	5,85	0,03	366	5,85	0,03
5,90-5,99	412	5,94	0,03	395	5,95	0,03
6,00-6,09	325	6,04	0,03	415	6,04	0,03
6,10-6,19	205	6,14	0,03	346	6,14	0,03
6,20-6,29	178	6,24	0,03	270	6,24	0,03
6,30-6,39	121	6,34	0,03	192	6,34	0,03
6,40-6,49	116	6,43	0,03	139	6,44	0,03
6,50-6,59	76	6,54	0,03	123	6,54	0,03
6,60-6,69	55	6,64	0,03	85	6,63	0,03
6,70-6,79	22	6,74	0,03	41	6,74	0,03
Total	2376	6,02	0,26	2682	6,10	0,28

Tabelle 2. pH₁-Werte verschiedener Zuchtlinien von männlichen und weiblichen Broilern – Brustmuskulatur (n=5109)

Zuchtlinie	männlich			weiblich		
	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s
A	851	5,94 ^a	0,18	995	6,02 ^a	0,20
B	883	5,92 ^b	0,19	901	5,99 ^b	0,21
C	338	6,29 ^{cd}	0,26	483	6,36 ^c	0,29
D	318	6,27 ^d	0,28	340	6,24 ^d	0,28
Total	2390	6,02	0,26	2719	6,10	0,28
F-Wert	450,94***			341,71***		

a, b, c, d: kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $p \leq 0,05$

Tab. 3 gibt eine Information über die End-pH-Werte (24 Std. p. m.) der Brustmuskulatur von verschiedenen Broiler-Herkünften. Der Messbereich lag von 5,71 bis 5,84. Dabei zeigte sich, dass Unterschiede zwischen den untersuchten Herkünften vorhanden waren.

akzeptable Farbe mit erhöhter Wässrigkeit („RSE“-reddish, soft, exudative) oder blasse Farbe mit gutem Safthaltevermögen („PFN“-pale, firm, non-exudative) kombiniert sind. Dabei verdient insbesondere die Variante RSE durchaus Beachtung, denn sie verursacht aufgrund des verstärkten Saftaustritts

Tabelle 3. pH₂₄-Werte verschiedener Herkünfte von Broilern - Brustmuskulatur (n = 1575)

Herkunft	ASA	AA	Redbro	Lohmann	Ross	Pilch	Peterson	Cobb	Total
n-Zahl	210	370	330	30	175	60	40	40	1575
\bar{x}	5,72	5,79	5,75	5,79	5,71	5,73	5,81	5,84	5,77
s	0,12	0,11	0,13	0,13	0,12	0,14	0,12	0,13	0,13

Die Problematik der abweichenden Fleischbeschaffenheit vom Schwein existiert seit den sechziger Jahren. Je mehr sich das Fleisch/Fett-Verhältnis zugunsten des Fleisches verändert, umso größere Bedeutung kommt der Fleischbeschaffenheit zu. Die Möglichkeit, Veränderungen der Fleischbeschaffenheit objektiv und reproduzierbar festzustellen, ist Voraussetzung für die Wahl des Merkmales und die anzuwendende Methode. *Scheper und Schön* (1971) schlugen vor, dafür den pH-Wert, die Farbhelligkeit (sog. Göfo-Wert) und das Safthaltevermögen zu erfassen. Wird der Grad des glykolytischen Prozesses, der in der pH-Abfallquote 1 Std. p. m. gemessen wird, zugrunde gelegt, so liefert der pH₁-Wert die sicherste Aussage. Der stark beschleunigte (pH₁ < 5,6) und beschleunigte pH-Abfall (pH₁ 5,6–5,8) ist mit einer hellen Fleischfarbe und mit einem schlechten Safthaltevermögen gekoppelt, pH₁-Werte zwischen 5,8 und 6,0 in den meisten Fällen mit einer exudativen Fleischbeschaffenheit. In den letzten Jahren wurde immer wieder auf Fleischqualitätsabweichungen hingewiesen, die nicht in das typische Bild von PSE und DFD passen. So kommen Formen vor, bei denen

Gewichtsverluste und somit auch wirtschaftliche Einbußen (*Fischer*, 2001). Neben den erwähnten Kriterien für die Erfassung der schlechten Fleischqualität beim Schwein werden noch das Merkmal Leitfähigkeit und der Py-Wert gemessen. Beide Methoden basieren auf den passiv elektrischen Eigenschaften des Fleisches (*Altmann et al.*, 2005). Aufgrund der Literaturdaten (siehe Übersicht 1) läge der Messbereich von 5,6 bis 5,8 nach 45 bzw. 60 Min. p. m. im Kotelett als Ausdruck für eine PSE-Kondition beim Schwein.

Im Brustfleisch von Broilern lag der Grenzbereich des pH-Wertes (15 Min. p. m.) als Ausdruck für die abweichende bzw. normale Fleischqualität zwischen 5,4 bis 5,8 für PSE-Kondition und für eine normale Fleischqualität zwischen 5,8 bis 6,3 (*Niewiarowicz*, 1978; *Niewiarowicz und Pikul*, 1979). Inwieweit diese Grenzbereiche variieren, gibt in Übersicht 1 die Meinung verschiedener Autoren wieder. *Fletcher* (2006) nennt in einer Übersichtstabelle Grenzbereiche mit Hilfe der Farbhelligkeit (L*) und des pH-Wertes als Ausdruck für die Fleischqualität. Er verwendet dabei den Begriff PSE-like bzw. DFD-like, damit beweist er, dass die übernommene Bezeichnung

aus dem Bereich der Schweinefleischqualität doch nicht mit der beim Geflügelfleisch identisch ist. Nach seiner Meinung wäre ein pH_1 -Wert $<5,7$ gleich PSE, $5,7$ bis $6,1$ normal und $>6,1$ DFD. In einer sehr ausführlichen Revue haben *Barbut et al.* (2008) sich mit dieser Problematik sowohl beim Schwein-, als auch beim Geflügelfleisch auseinander gesetzt. Die Hauptursache für abweichende Fleischqualität liegt bei der Züchtung, obwohl auch Stresssituationen, sowie die Schlachtung und anschließende Kühlung dazu beitragen können. Um die Reifungsphase zu verkürzen, werden nicht nur Schweine- bzw. Rinderschlachtkörper elektrostimuliert, sondern auch die Geflügelschlachtkörper („Rapid Rigor“). Beim Rind und Schwein stehen verschiedene Kühlmethoden zur Verfügung wie z.B. Schnellst-/Schockkühlung, Ultra-Schnellstkühlung, sowie Nebelkühlung. *Niewiarowicz et al.* (1979) untersuchten als Indikator für PSE- und DFD-Fleisch bei Broilern den pH-Wert an der Oberfläche der glatten Brusthaut vor der Schlachtung (a. m.). Mit PSE-Fleisch ist zu rechnen, wenn die pH_0 -Werte der glatten Brusthaut zwischen $6,5$ und $6,6$ liegen, bei Werten von $6,6$ bis $6,9$ ist eine normale Fleischbeschaffenheit zu erwarten, und bei Werten von $7,0$ bis $7,1$ ist mit DFD-Kondition zu rechnen. Eine korrelative Beziehung zwischen pH_0 und pH_1 wurde in einer Höhe von $0,73$

nachgewiesen. In Anbetracht dieser Thematik auf dem Schweinefleischsektor und der Literaturinformation (siehe Übersicht 1) wären die Messwerte 15 Min. p. m. zwischen $5,4$ bis $5,8$ für PSE, von $5,8$ bis $6,3$ für normale Fleischbeschaffenheit und von $6,0$ bzw. $>6,3$ für DFD.

Zusammenfassung

Für die Erfassung der Fleischqualität von Geflügelfleisch gleich nach der Schlachtung spielen die physikalischen Kriterien (pH-Wert, Leitfähigkeit, Farbe, Safthaltevermögen) eine bedeutende Rolle. Allerdings können diese durch Züchtung, Transport, Kühlung und Lagerdauer beeinflusst werden. An einem *genetisch strukturierten Material* wurden die pH-Werte gleich nach dem Schlachten (15 Min. p. m.) im Brustfleisch erfasst. Hierbei wurden Unterschiede zwischen den Zuchtlinien und Geschlechtern gefunden ($n=5109$). Die Verteilung der pH_1 -Werte lag in einem sehr breiten pH-Bereich von $5,50$ bis $6,79$. Die männlichen Broilerlinien hatten signifikant niedrigere pH_1 -Werte als die weiblichen ($6,02:6,10$). Zwischen verschiedenen Zuchtlinien und Geschlechtern ergaben sich ebenfalls signifikante Unterschiede ($5,92$ bzw. $5,99:6,29$ bzw. $6,36$).

Literatur

- Altmann M., Kirchheim U., Schöberlein L., Wähner M., Wicke M., Fischer K., 2005.** PSE-Status bei marktkonformen Schweinen. *Fleischwirtschaft*, 85, 7, 101–104.
- Augustini C., Fischer K., 1981.** Behandlung der Schlachtschweine und Fleischbeschaffenheit – eine Felduntersuchung. *Fleischwirtschaft*, 61, 775–783.
- Barbut S., Sosniki A. A., Lonergan S. M., Knapp T., Ciobanu D. C., Gatcliffe L. J., Huff-Lonergan E., Wilson E. W. 2008.** Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science* 79, 46–63.
- Fischer K., 2001.** Bedingungen für die Produktion von Schweinefleisch guter sensorischer und technologischer Qualität. *Mitteilungsblatt BAFF Kulmbach*, 40, 151, 7–22.
- Fletcher D. L. 1999.** Broiler Breast Meat colour Variation, pH and Texture. *Poultry Science*, 78, 1323–1327.
- Fletcher D., 2006.** The relationship between breast muscle colour variation and meat functionality. *Proceedings 12. European Poultry Conference*, 10–14. September 2006, Verona, Italy.
- Honikel K. O. 2006.** Physikalische Messmethoden zur Erfassung der Fleischqualität. In: *Qualität von Fleisch und Fleischwaren*, Bd. 2, 855–881. Frankfurt a. M., Fleischereifachverlag.
- Lesiow T., Szmanko T., Korzeniowska M., Bobak L., Oziembowski M., 2009.** Influence of the season of the year on some technological parameters and ultrastructure of PSE, normal and DFD chicken breast muscles. *Proceedings XIX. European Symposium on the Quality of Poultry Meat*, 21–25. June 2009, Turku, Finland.
- Niewiarowicz A., 1978.** Meat Anomalies in Broilers. *Poultry International*, 17, 50–51.
- Niewiarowicz A., Pikul J., 1979.** pH-Wert der Hautoberfläche vor der Schlachtung als Indikator für PSE- und DFD-Fleisch bei Broilern. *Fleischwirtschaft* 59, 405–407.
- Owens C. M., Hirschler E. M., Mckee S. R., Martinez-Dawson R., Sams A. R., 2000.** The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. *Poultry Science*, 79, 553–558.
- Petracci M., Bianchi M., Betti M., Cavani C., 2004.** Colour Variation and Characterization of Broiler Breast Meat during Processing in Italy. *Poultry Science* 83, 2086–2092.
- Petracci M., Baeza E., 2007.** Harmonization of methodology of assessment of meat quality features. *Proceedings XVIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat*, Prague, 175–180.
- Ristic M., Schön L., 1977.** Verlauf des pH-Niveaus von Broilern in Abhängigkeit von den Jahresproduktionen. *Archiv für Geflügelkunde*, 41, 253–255.
- Ristic M., Hechelmann H., 1990.** Einflüsse der Lagertemperatur und der Lagerdauer: Lagerfähigkeit von gekühlten Broilern. *Fleischerei* 41, 504–508.
- Ristic M., Kreuzer M., Roth F. X., Kichgessner M., 1994.** Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischqualität von Broilern bei Anwendung unterschiedlicher Variationen der Zufütterung von ganzen Weizenkörnern. *Archiv für Geflügelkunde*, 58, 8–17.
- Ristic M., Freudenreich P., Erhardt S., 2004.** Einfluss der Produktionsbedingungen auf Geflügelfleisch und Eier.

Ein Überblick über 30 Jahre Qualitätsforschung. Fleischwirtschaft, 84, 9, 127–130.

Scheper J., Schön L., 1971. Zur Aussagekraft von pH, Farbheligkeit und Saffhaltevermögen über die Beschaffenheit von Schweinefleisch. Züchtungskunde, 43, 49–54.

Scheper J., 1973. Was sagt der pH-Wert über erblich bedingte Veränderungen in der Beschaffenheit von Schweinefleisch aus? Fleischwirtschaft, 53, 647–650.

Trojan M., Niewiarowicz A., 1971. Blasses, weiches und exsudatives Fleisch (PSE-Fleisch) bei Hühnern. Poczniiki Technologii i Chemii Zywnosci 21, S. 61; ref.: Food Science and Technology, 3, 12, 1490.

Zhang L., Barbut S., 2005. Rheological Characteristics of fresh and frozen PSE, normal and DFD Chicken Breast Meat. British Poultry Science, 46, 687–693.

Značaj pH vrednosti za kvalitet mesa brojlera – uticaj genotipova

Ristić Milan, Dame Klaus

R e z i m e: Za određivanje kvaliteta živinskog mesa nakon klanja, od značaja su fizički kriterijumi (pH vrednost, provodljivost, boja, sočnost/zadržavanje sokova). Međutim, fizički kriterijumi su takođe pod uticajem odgajivanja, transporta, hlađenja i dužine transporta. pH vrednosti mesa grudi (genetski struktuiran materijal) su evidentirane odmah nakon klanja (15 min p.m.) i utvrđene su razlike između genotipa i pola ($n = 5109$). pH_1 -vrednosti su bile u opsegu od 5,50 do 6,79. Brojleri muškog pola su pokazivali signifikantno niže pH_1 -vrednosti u poređenju sa ženskim brojlerima (6,02:6,10). Utvrđene su takođe signifikantne razlike u odnosu na genotip i pol. Kvalitet mesa (PSE, DFD) brojlera se može brzo i tačno evidentirati merenjem pH vrednosti mesa grudi. Granični opsezi su $\leq 5,8$ (PSE), 5,9–6,2 (standardne osobine mesa) i $\geq 6,3$ (DFD). Ova klasifikacija se ne može porediti sa devijacijom kod svinjetine.

Ključne reči: kvalitet mesa, brojler, pH-vrednost, genotipovi.

The meaning of pH-value for the meat quality of broilers – Influence of breed lines

Ristic Milan¹, Damme Klaus²

S u m m a r y: For determination of poultry quality shortly after slaughtering, physical criteria (pH-value, conductivity, colour, juice retention) are of importance. However, they are affected by breeding, transport, cooling and storage period. PH-values of breast meat (genetically structured material) were recorded shortly after slaughtering (15 min p.m.) and differences between breeding line and gender were found (n=5109). pH₁-values ranged from 5.50 to 6.79. Male broilers showed significantly lower pH₁-values than female ones (6.02:6.10). There were also significant differences concerning breeding line and gender. Meat quality (PSE, DFD) of broilers can be recorded quickly and accurately determining the pH₁-value of breast meat. Threshold ranges to be considered are ≤5.8 (PSE), 5.9-6.2 (standard meat properties) and ≥6.3 (DFD). This classification is not to be compared to the deviation of pork.

Keywords: meat quality, broiler, pH-value, breed lines.

Introduction

Quality of poultry is determined using biochemical, physical-chemical and bacteriological data. Physical criteria shortly after slaughtering (pH-value, conductivity, colour, juice retention) are of importance (Honikel, 2006; Petracci and Baeza, 2007).

Poultry quality is related to genetics, livestock husbandry, feeding, transport, slaughtering methods, storage period and storage temperature. Depending on the post-mortem glycolysis in the muscle tissue, normal or abnormal meat properties are considered. First approaches concerning this topic were done 1968–1971 for pork (Scheper and Schön, 1971) and poultry (Trojan and Niewiarowicz, 1971; Ristic and Schön, 1977)

Aim of this study was to determine the meat quality of broilers shortly after slaughtering depending on breeding.

Material and methods

Broilers of well-known Lohmann origins were fed for 41 to 45 days (free run; n=5109), transported for 4-10 km under controlled conditions after fasting for 12-16 h within 3 days and slaughtered in an industrial slaughterhouse. Slaughtering took 15 min and pH₁-values were recorded in the muscle tissue

of the breast shortly after. Core temperature of the carcass was +38°C. The applied methods are described elsewhere (Ristic and Hechelmann, 1990; Ristic et al., 1994). Experimental data of different origins were first checked for normal distribution, afterwards statistical analysis was done using one-factor analysis of variance and least square-analysis according to HARVEY. Statistical significance was calculated using F-test and t-test.

Results and discussion

Distribution of pH₁-values was 5.50-6.79 (Tab. 1). Applying a classification according to Niewiarowicz (1978), 6.7% (male) and 4.3% (female) of the carcass showed a PSE-condition (Scheme 1). Fixing a threshold of 5.8, PSE increases (18.6% male carcass, 11.6% female carcass) according to Ristic and Schön (1977) and Scheper and Schön (1971). A standard meat quality could be established for 65% of male and 66.8% of female carcasses. According to Niewiarowicz, this would mean DFD-condition for the rest (16.4% and 21.6%, resp.). Male broilers showed lower mean pH₁-values (n=2376, 6.02) than female ones (n=2682, 6.10). pH-values were subjected to the breeding lines tested (Table 2). Lowest pH₁-values were stated for line B of male and female broilers (5.92, 5.99) whereas lines C and D showed

¹retired, MRI, E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach, Germany;

²LfL/Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügel, Mainberheimer Str. 101, 97318 Kitzingen, Germany.

extremely high pH_1 -values. There were no significant differences between line C and D of male broilers (6.29:6.27), but for female ones. Information on the end-pH-values (24 h p.m.) of the pectoral muscle of different broiler origins is presented in Table 3. Measurement ranged from 5.71 to 5.84 and showed differences between the origins.

Since the sixties there has been a set of problems concerning composition of pork as an increasing pork/fat ratio enhances the importance of meat composition. The feasibility of determining changes in meat composition objectively and in a reproducible manner is a prerequisite to choose the feature and the method to be applied. *Scheper*

Scheme 1. Limits according to different authors for the determination of meat quality using pH-measurement
Shema 1. Granice prema različitim autorima za određivanje kvaliteta mesa merenjem pH vrednosti

Testing time/breast meat/ Vreme testiranja mesa grudi (min p.m.)	Species/Vrste	Meat quality/Kvalitet mesa			Author/Autor
		PSE	normal	DFD	
15	Broiler/Brojler	<5.8		>6.3	<i>Trojan and Niewiarowicz, 1971</i>
15	Broiler/Brojler	<5.8	>6.0	>6.2	<i>Ristic and Schön, 1977</i>
15	Broiler/Brojler	5.4-5.7			<i>Niewiarowicz, 1978</i>
15	Broiler/Brojler	≤5.7	5.8-6.3	≥6.4	<i>Niewiarowicz and Pikol, 1979</i>
15	Broiler/Brojler	5.63	5.7	5.81	<i>Fletcher, 1999</i>
90	Turkey hen/ Ćurka	5.72	6.09		<i>Owens et al., 2000</i>
15	Broiler/Brojler	5.77	5.89	6.04	<i>Petracci et al., 2004</i>
15	Broiler/Brojler	<5.7	>6.0		<i>Ristic et al. 2004</i>
15	Broiler/Brojler	5.54	5.91	6.23	<i>Zhang and Barbut, 2005</i>
180	Broiler/Brojler	<5.7	5.7-6.1	>6.1	<i>Lesiow et al., 2009</i>
45 odn. 60 (chop/odrezak)	Pork/Svinjetina				<i>Scheper and Schön, 1971</i>
45 odn. 60 (chop/odrezak)	Pork/Svinjetina	<5.8			<i>Scheper, 1973</i>
45 odn. 60 (chop/odrezak)	Pork/Svinjetina	≤5.9 odn. ≤5.79			<i>Augustini and Fischer, 1981</i>
45 bzw. 60 (chop/odrezak)	Pork/Svinjetina	<5.8			<i>Fischer, 2001</i>

Table 1. pH-values for male and female broilers – pectoral muscle (n=5058)
Tabela 1. pH vrednosti za brojlerne muškog i ženskog pola – pektoralni mišić (n=5058)

pH-value/ pH vrednost	Male/muški			Female/ženski		
	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s
5.50-5.59	35	5.56	0.03	22	5.55	0.03
5.60-5.69	125	5.66	0.03	93	5.64	0.03
5.70-5.79	281	5.75	0.03	195	5.75	0.03
5.80-5.89	425	5.85	0.03	366	5.85	0.03
5.90-5.99	412	5.94	0.03	395	5.95	0.03
6.00-6.09	325	6.04	0.03	415	6.04	0.03
6.10-6.19	205	6.14	0.03	346	6.14	0.03
6.20-6.29	178	6.24	0.03	270	6.24	0.03
6.30-6.39	121	6.34	0.03	192	6.34	0.03
6.40-6.49	116	6.43	0.03	139	6.44	0.03
6.50-6.59	76	6.54	0.03	123	6.54	0.03
6.60-6.69	55	6.64	0.03	85	6.63	0.03
6.70-6.79	22	6.74	0.03	41	6.74	0.03
Total/Ukupno	2376	6.02	0.26	2682	6.10	0.28

Table 2. pH₁-values of different breeding lines of male and female broilers – breast muscle (n = 5109)**Tabela 2.** pH₁-vrednosti različitih linija muških i ženskih brojlera – mišić grudi (n = 5109)

Breeding line/ Linija	Male/muški			Female/ženski		
	n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s
A	851	5.94 ^a	0.18	995	6.02 ^a	0.20
B	883	5.92 ^b	0.19	901	5.99 ^b	0.21
C	338	6.29 ^{cd}	0.26	483	6.36 ^c	0.29
D	318	6.27 ^d	0.28	340	6.24 ^d	0.28
Total/Ukupno	2390	6.02	0.26	2719	6.10	0.28
F-value/ F-vrednost	450.94***			341.71***		

a, b, c, d: significance for $p \leq 0,05$ / a, b, c, d: signifikantnost na nivou $p \leq 0,05$

Table 3. pH₂₄-values of different origins of broilers – pectoral muscle
Tabela 3. pH₂₄-vrednosti različitih genotipova brojlera – pektoralni mišić

Origin/ Genotip	ASA	AA	Redbro	Lohmann	Ross	Pilch	Peterson	Cobb	Total
n	210	370	330	30	175	60	40	40	1575
\bar{X}	5.72	5.79	5.75	5.79	5.71	5.73	5.81	5.84	5.77
s	0.12	0.11	0.13	0.13	0.12	0.14	0.12	0.13	0.13

and Schön (1971) suggested to record pH-value, lightness of colour (Göfo-value) and juice retention. Considering the glycolytic process (measurement of pH decrease 1 h p.m.), pH₁-value provides best information. Highly accelerated (pH₁ < 5.6) as well as accelerated pH-decline (pH₁ 5.6-5.8) are related to a light meat colour and a poor juice retention, which in the majority of cases is the same for pH₁-values ranging from 5.8 to 6.0 concerning exudative meat composition.

During recent years, deviations in meat quality which did not show typical characteristics of PSE and DFD were reported repeatedly. There was acceptable colour and increased wateriness („RSE“-reddish, soft, exudative) as well as pale colour and good juice retention („PFN“-pale, firm, non-exudative). RSE is especially of interest, as drip loss means a loss in weight and therefore economic losses (Fischer, 2001). Besides, conductivity and Py-value are recorded in order to determine poor meat quality, both of them based on passive electrical properties of meat (Altmann et al., 2005). Data show a PSE-condition for pork considering a measurement range from 5.6 to 5.8 for chop after 45 and 60 min., resp. (see Scheme 1). The threshold range for the pH-value of breast meat of broilers was 5.4 to 5.8 for PSE-condition and 5.8 to 6.3 for standard meat quality (Niewiarowicz, 1978; Niewiarowicz and Pi-

kul, 1979). Scheme 1 displays the opinion of different authors on the variation of these limit ranges. Fletcher (2006) stated threshold ranges referring to brightness of colour (L*) and pH-value using the terms PSE-like and DFD-like showing that the terms assumed from pork quality and poultry quality are different. According to his opinion, pH₁-values < 5.7 stand for PSE, 5.7-6.1 for standard quality and > 6.1 for DFD. Barbut et al. (2008) published a comprehensive paper on this topic for pork and poultry. Breeding is the main reason for deviant meat quality, although stress, slaughtering and cooling are of importance, too.

In order to shorten ripening time, electric stimulation is applied not only for pork and beef carcass, but also for poultry („Rapid Rigor“). There are different ways of cooling for beef and pork (fast/shock cooling, ultra chilling, fog cooling). Niewiarowicz et al. (1979) investigated the pH-value of the surface of the plain breast skin prior to slaughtering (a.m.) for PSE and DFD meat. PSE meat has to be expected when pH₀-values range from 6.5 to 6.6 (standard meat composition 6.6:6.9, DFD-condition 7.0:7.1). A correlation (0.73) could be found for pH₀ and pH₁. For pork, measurements 15 min p.m. would be 5.4 to 5.8 for PSE, 5.8 to 6.3 for standard meat quality and 6.0/>6.3 for DFD (Scheme 1).

References

- Altmann M., Kirchheim U., Schöberlein L., Wähler M., Wicke M., Fischer K., 2005. PSE-Status bei marktformen Schweinen. *Fleischwirtschaft*, 85, 7, 101–104.
- Augustini C., Fischer K., 1981. Behandlung der Schlachtschweine und Fleischbeschaffenheit – eine Felduntersuchung. *Fleischwirtschaft*, 61, 775–783.
- Barbut S., Sosnoki A. A., Lonergan S. M., Knapp T., Ciobanu D. C., Gatcliffe L. J., Huff-Lonergan E., Wilson E. W. 2008. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science* 79, 46–63.
- Fischer K., 2001. Bedingungen für die Produktion von Schweinefleisch guter sensorischer und technologischer Qualität. *Mitteilungsblatt BAFF Kulmbach*, 40, 151, 7–22.
- Fletcher D. L. 1999. Broiler Breast Meat colour Variation, pH and Texture. *Poultry Science*, 78, 1323–1327.
- Fletcher D., 2006. The relationship between breast muscle colour variation and meat functionality. *Proceedings 12. European Poultry Conference*, 10–14. September 2006, Verona, Italy.
- Honikel K. O. 2006. Physikalische Messmethoden zur Erfassung der Fleischqualität. In: *Qualität von Fleisch und Fleischwaren*, Bd. 2, 855–881. Frankfurt a. M., Fleischerefachverlag.
- Lesiow T., Szmanko T., Korzeniowska M., Bobak L., Oziembowski M., 2009. Influence of the season of the year on some technological parameters and ultrastructure of PSE, normal and DFD chicken breast muscles. *Proceedings XIX. European Symposium on the Quality of Poultry Meat*, 21–25. June 2009, Turku, Finland.
- Niewiarowicz A., 1978. Meat Anomalies in Broilers. *Poultry International*, 17, 50–51.
- Niewiarowicz A., Pikul J., 1979. pH-Wert der Hautoberfläche vor der Schlachtung als Indikator für PSE- und DFD-Fleisch bei Broilern. *Fleischwirtschaft* 59, 405–407.
- Owens C. M., Hirschler E. M., Mckee S. R., Martinez-Dawson R., Sams A. R., 2000. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. *Poultry Science*, 79, 553–558.
- Petracci M., Bianchi M., Betti M., Cavani C., 2004. Colour Variation and Characterization of Broiler Breast Meat during Processing in Italy. *Poultry Science* 83, 2086–2092.
- Petracci M., Baeza E., 2007. Harmonization of methodology of assessment of meat quality features. *Proceedings XVIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat*, Prague, 175–180.
- Ristic M., Schön L., 1977. Verlauf des pH-Niveaus von Broilern in Abhängigkeit von den Jahresproduktionen. *Archiv für Geflügelkunde*, 41, 253–255.
- Ristic M., Hechelmann H., 1990. Einflüsse der Lagerdauer und der Lagerdauer: Lagerfähigkeit von gekühlten Broilern. *Fleischerei* 41, 504–508.
- Ristic M., Kreuzer M., Roth F. X., Kichgessner M., 1994. Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischqualität von Broilern bei Anwendung unterschiedlicher Variationen der Zufütterung von ganzen Weizenkörnern. *Archiv für Geflügelkunde*, 58, 8–17.
- Ristic M., Freudenreich P., Erhardt S., 2004. Einfluss der Produktionsbedingungen auf Geflügelfleisch und Eier. Ein Überblick über 30 Jahre Qualitätsforschung. *Fleischwirtschaft*, 84, 9, 127–130.
- Scheper J., Schön L., 1971. Zur Aussagekraft von pH, Farbhelligkeit und Saffthaltevermögen über die Beschaffenheit von Schweinefleisch. *Züchtungskunde*, 43, 49–54.
- Scheper J., 1973. Was sagt der pH-Wert über erblich bedingte Veränderungen in der Beschaffenheit von Schweinefleisch aus? *Fleischwirtschaft*, 53, 647–650.
- Trojan M., Niewiarowicz A., 1971. Blasses und exsudatives Fleisch (PSE-Fleisch) bei Hühnern. *Poczniki Technologii i Chemii Żywności* 21, S. 61; ref.: *Food Science and Technology*, 3, 12, 1490.
- Zhang L., Barbut S., 2005. Rheological Characteristics of fresh and frozen PSE, normal and DFD Chicken Breast Meat. *British Poultry Science*, 46, 687–693.

Značaj pH vrednosti za kvalitet mesa brojlera – uticaj genotipova

Ristić Milan, Dame Klaus

Rezime: Za određivanje kvaliteta živinskog mesa nakon klanja, od značaja su fizički kriterijumi (pH vrednost, provodljivost, boja, sočnost/zadržavanje sokova). Međutim, fizički kriterijumi su takođe pod uticajem odgajivanja, transporta, hlađenja i dužine transporta. pH vrednosti mesa grudi (genetski strukturiran materijal) su evidentirane odmah nakon klanja (15 min p.m.) i utvrđene su razlike između genotipa i pola ($n = 5109$). pH_1 -vrednosti su bile u opsegu od 5,50 do 6,79. Brojleri muškog pola su pokazivali signifikantno niže pH_1 -vrednosti u poređenju sa ženskim brojlerima (6,02:6,10). Utvrđene su takođe signifikantne razlike u odnosu na genotip i pol. Kvalitet mesa (PSE, DFD) brojlera se može brzo i tačno evidentirati merenjem pH vrednosti mesa grudi. Granični opsezi su $\leq 5,8$ (PSE), 5,9–6,2 (standardne osobine mesa) i $\geq 6,3$ (DFD). Ova klasifikacija se ne može porediti sa devijacijom kod svinjetine.

Ključne reči: kvalitet mesa, brojler, pH-vrednost, genotipovi.

Paper received: 31.08.2010.

Paper accepted: 28.11.2010.

Stanje ekosistema, kvalitet i bezbednost mesa šarana (*Cyprinus carpio*) iz akvakulture u toku uzgoja*

Đinović Jasna¹, Trbović Dejana¹, Vranić Danijela¹, Janković Saša¹, Spirić Danka¹, Radičević Tatjana¹, Spirić Aurelija¹

S a d r ž a j: Proizvodnja hrane iz akvakulture obezbeđuje oko 40% svetske potrebe stanovništva za ribom. Potražnja za ribom iz akvakulture se povećava jer su ribnjaci, uglavnom, udaljeni od velikih industrijskih zagađivača i, na taj način, zagađenje ribe antropogenim zagađivačima iz životne sredine je svedeno na minimum. Cilj ovog rada je bio praćenje stanja zagađenja ekosistema ribnjaka, kvaliteta i bezbednosti mesa šarana (*Cyprinus carpio*) iz akvakulture u toku uzgoja. Stanje zagađenja ekosistema, u ovom slučaju vode i sedimenta/mulja, hemijskim i mikrobiološkim kontaminantima direktno se odražava na kvalitet akvakulturnih proizvoda. Proizvodnja kvalitetne i higijenski ispravne ribe, koja ne sadrži hemijske, mikrobiološke i druge kontaminante predstavlja osnovni zahtev u proizvodnji.

U ovom radu ispitan je sadržaj mikro- i makroelemenata (Pb, Cd, Hg, Cu, Fe, Zn i Mn) u mulju ribnjaka. U vodi ekosistema za uzgoj ribe određene su koncentracije mikro- i makroelemenata (Pb, Cd, As, Hg, Cu, Fe, Zn i Mn), organohlornih pesticida (gama- HCH, alfa- HCH, beta- HCH, aldrin, dieldrin, heptahlor, cis- i trans- heptahlorepoxid, p,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDD, endrin, HCB, alfa- i gama- hlordan). Takođe, u istim uzorcima vode određeni su i kongeneri polihlorovanih bifenila (IUPAC brojevi 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180). U toku jednoipogodišnjeg uzgoja šarana u filetima ribe određen je hemijski sastav, sadržaj mikro- i makroelemenata, organohlornih pesticida, polihlorovanih bifenila i veterinarskih lekova (antibiotici, nitroimidazoli, metaboliti nitrofurana, kvinoloni, benzimidazoli i makrociklični laktoni). Rezultati su pokazali da riba koja se gaji u kontrolisanim uslovima ima konstantni kvalitet, tj. ne karakteriše se varijacijama u hemijskom sastavu. Sadržaj elemenata u mulju direktno se reflektuje na koncentraciju tih elemenata u vodi. Najveći sadržaj u mulju, ali i najveću koncentraciju u vodi imali su gvožđe i mangan. Maksimalno dozvoljene količine organohlornih pesticida, polihlorovanih bifenila, toksičnih elemenata, određene Pravilnikom, u ispitanim uzorcima šarana u toku uzgoja kao ni u konzumnom šaranu nisu prekoračene. Sadržaji veterinarskih lekova u uzorcima konzumnog šarana bili su ispod granice detekcije za svako ispitano jedinjenje.

ključne reči: šaran, hemijski sastav, mikro elementi, pesticidi, polihlorovani bifenili, veterinarski lekovi, ekosistem, radionuklidi.

Uvod

Akvakultura je sektor proizvodnje hrane koji se najbrže razvijao u svetu poslednjih trideset godina XX veka i obezbeđuje oko 40% svetske potrebe stanovništva za ribom (Josupeit i Lem, 2000; Cole i dr., 2009). Pored toga, akvakultura ima važnu ulogu jer omogućava zapošljavanje ljudi, pogotovo u ruralnim sredinama. U mnogim slučajevima, planirani okviri proizvodnje i zakonodavstvo nisu mogli da prate brzi razvoj akvakulturnog sektora (Jia i dr., 2000). Stoga, uticaj razvoja akvakulture na životnu sredinu i akvakulturni marketing postaju od izuzetne važnosti. U isto vreme, značajno se pooštravaju zahtevi za

kvalitet i bezbednost akvakulturnih proizvoda. Pored proizvodnje značajne količine hrane, akvakulturni sektor obezbeđuje i jednu vrstu socijalne sigurnosti stanovništva kroz nova radna mesta. Sve ovo govori o značajnosti ulaganja u razvoj akvakulture u svetu, a posebno u Srbiji, u kojoj je ova grana proizvodnje hrane u začetku. Akvakultura kao sektor u razvoju doprinosi jačanju konkurentnosti regionalne poljoprivrede, a posebna pažnja mora da se posveti proizvodnji zdravstveno bezbednih i kvalitetnih proizvoda ribarstva.

Potražnja za ribom iz akvakulture se povećava, jer je potrošači smatraju zdravijom i bezbednijom od ribe iz slobodnog izlova, s obzirom na činjenicu da

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

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

su ribnjaci, uglavnom, udaljeni od velikih industrijskih zagađivača. Međutim, potrošači bi bili iznenađeni rezultatima nekih istraživanja koja pokazuju da je koncentracija nekih zagađivača veća u ribi iz akvakulture u odnosu na ribu iz slobodnog izlova (Minh i dr., 2006; Pinto i dr., 2008). U tabeli 1 dat je prikaz iz literature zagađivača dokazanih u ribi iz akvakulture i iz slobodnog izlova (Cole i dr., 2009). I pored navedenog, neosporan je nutritivan značaj mesa ribe iz akvakulture, koji se, pre svega, ogleda u velikim količinama omega-3 polinezasićenih masnih kiselina (n-3 PNMK), (više od 4g/100g). U istraživanju Trbovića i dr. (2009), autori su utvrdili da je sadržaj n-3 masnih kiselina kod šarana bio 5,1% i 6,6% od ukupnih masnih kiselina. Takođe, u najnovijem istraživanju Spirić i dr. (2010) utvrđen sadržaj n-3 PNMK kod šarana kretao se u obimu od 2,7% do 5,1% od ukupnih masnih kiselina.

Radi smanjenja rizika od nastanka kardiovaskularnih oboljenja, mentalnih disfunkcija i različitih zapaljenja kao što su crevna oboljenja, astma i artritis, Američko udruženje za srce (American Heart Association, AHA) preporučuje da se jede riba dva puta nedeljno. Smatra se da dugolančane n-3 PNMK, pre svega, pentaen-eikozanska kiselina (eicosapentaenoic acid, EPA) i heksaen-dokozanska kiselina (docosahexaenoic acid, DHA) utiču na smanjenje pomenutog rizika (Dewailly i dr., 2007). Sa druge strane, prisustvo perzistentnih zagađivača sa bioakumulativnim osobinama (polihlorovani bifenili, polihlorovani dioksini/furani, metil živa) ograničava konzumiranje određene vrste ribe. Tako je, na primer, odgovarajuće radno telo američkog zdravstva (USDHHS-USEPA, 2004), informisalo žene, da u reproduktivnom periodu ne jedu četiri vrste ribe za koje je utvrđeno da su zagađene metil živom (kraljevska skuša, ajkula, sabljarka i jedna riba iz familije *Malacanthidae* – „tilefish“). U isto vreme trudnicama se preporučuje da jedu do 360 grama drugih vrsta riba nedeljno. Generalno, preporučuje se ishrana ribom visoke nutritivne vrednosti koja sadrži male količine kontaminanata. Ispitivanja hemijskih zagađivača u ribi koja se koristi u ishrani ljudi su neophodna, s obzirom na rezultate različitih autora koji ukazuju da izloženost morskih sisara perzistentnim organskim zagađivačima kao što su organohlorni pesticidi i polihlorovani bifenili, koji mogu da uslove različite toksične efekte kod ljudi (na primer reproduktivna disfunkcija, smanjenje imuniteta, povećanje incidence kancera itd.), (Jepson i dr., 2005; Ylitalo i dr., 2005). Ispitivanja količina organohlornih jedinjenja, koja pokazuju veliki afinitet prema lipidima, visoku hemijsku stabilnost i slabu isparljivost, od izuzetne je važnosti,

jer ova jedinjenja imaju sposobnost akumulacije i biomagnifikacije u lancu ishrane.

Praćenje stanja ekosistema ribnjaka je neophodno (Vallođ i Sarrazin, 2010; Kaur i Ansal, 2010) radi konstantnog održavanja zdravlja ribe, koja, kao konačan proizvod, treba da zadovolji sve kriterijume bezbedne i kvalitetne hrane. Naime, potencijalni antropogeni zagađivači iz životne sredine mogu da dopeju u ribnjake i na taj način kontaminiraju i meso ribe zagađivačima kao što su pesticidi, polibromovani difenil etri (polybrominated diphenyl ethers, PBDE), polihlorovani bifenili (polychlorinated biphenyls, PCB), dioksini (Cole i dr., 2009) i dr.

Tabela 1. Zagađivači u ribi iz akvakulture (AK) i slobodnog izlova (SI), (Cole i dr., 2009)
Table 1. Contaminants found in aquaculture fish vs. wild caught fish (Cole et al., 2009)

Zagađivač/ Contaminant	AK = SI/ AC = Wild	AC > SI/ AC > Wild	Samo AK/ AC only
Živa/ Mercury	XX		
PAH/PAH		X	
Dioksini/ Dioxins		XX	
O.P./O.P.		XX	
PCB/PCB		XX	
PBDE/PBDE		XX	
Antibiotici/ Antibiotics			X

Legenda/Legend:

X = jedno istraživanje zagađivača u ribi iz akvakulture u odnosu na ribu iz slobodnog izlova/
X = one study of the contaminants of aquaculture vs. wild fish
XX = dva istraživanja/two studies
AK = riba iz akvakulture/AC = aquaculture fish
SI = riba iz slobodnog izlova/SI = wild caught fish
PAH = policiklični aromatični ugljovodonici/ PAH polycyclic aromatic hydrocarbons
O.P. = organofosfati/organophosphates
PBDE = polibromovani difenil etri/polybrominated diphenyl ethers, PBDE
PCB = polihlorovani bifenili/polychlorinated biphenyl, PCB.

Proučavanja toksičnih elemenata u rekama, jezerima, ribama i sedimentima bila su glavna tema istraživanja u životnoj sredini krajem devedesetih godina prošlog i početkom XXI veka (Grosheva i dr., 2000; Bortoli i dr., 1998; Elbaz-Poulichet i dr., 1996; Storelli i Marcotrigiano, 2001). Sediment je važan matriks u kome su prisutne značajne količine zagađivača kao što su pesticidi, toksični elementi, i imaju važnu ulogu u remobilizaciji kontaminanata u vodenu sredinu. Direktna transfer zagađivača iz sedimenta u vodene organizme smatra se glavnim

putem, tj. načinom prelaska zagađivača u mnoge vodene vrste (Zoumis i dr., 2001). Transportovanje metala iz sedimenta u vodene resurse i, konsekvantno, u ribu, zavisi od oblika u kome su metali u sedimentu prisutni (na primer metali mogu da budu percipitovani, adsorbovani, kompleksirani, itd.) i od drugih činilaca, kao što je pH vrednost sedimenta i fizičke i hemijske osobine vodenog sistema (Morgan i Stumm, 1991). Praćenje zagađenja zemljišta, sedimenta i vodenih resursa mikroelementima i teškim metalima je važno s obzirom na toksičnost, perzistentnost i bioakumulativnu prirodu nekih mikroelementa i teških metala. Ova istraživanja su posebno važna ukoliko se akvakulturni objekat nalazi u blizini neke industrijske zone.

Snabdevanje potrošača kvalitetnim i higijenski ispravnim akvakulturnim proizvodima, koji ne sadrže hemijske, mikrobiološke i druge kontaminante predstavlja osnovni zahtev u proizvodnji. Stanje zagađenja ekosistema, u ovom slučaju vode i sedimenta/mulja, hemijskim i mikrobiološkim kontaminantima direktno se odražava na kvalitet akvakulturnih proizvoda. Cilj ovog rada bio je da se prati i utvrdi količina hemijskih kontaminanata i veterinarskih lekova u ribi, kao i hemijskih kontaminanata u vodi ekosistema u toku jednogodišnjeg perioda uzgoja šarana. Takođe, ispitan je i sadržaj radionuklida u uzorcima vode iz ribnjaka.

Materijal i metode

Uzimanje uzoraka

Uzorci šarana uzorkovani su na ribnjaku za poluintenzivni uzgoj ciprinidnih vrsta ribe, RG „Ečka“ AD, Lukino Selo, od decembra 2008. do aprila 2010. godine. Posle donošenja u laboratoriju, ribi su odvojeni glava i rep, pažljivo uklonjeni koža i utroba, a zatim je filetirana. Fileti ribe homogenizovani su u homogenizatoru Braun CombiMax 600. Analize osnovnog hemijskog sastava započete su odmah posle filetiranja, a za potrebe ostalih ispitivanja uzorci su čuvani u tamnim plastičnim kesama na temperaturi od -18°C , do instrumentalnog određivanja.

Analiza hemijskog sastava ribe

Sadržaj proteina ($N \times 6,25$) određen je metodom po Kjeldahlu, na aparatu Kjeltex Auto 1030 Analyzer (Tecator, Sweden). Sadržaj vode određen je sušenjem na temperaturi od $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$, do konstantne mase (SPRS ISO 1442/1998). Ukupna mast određena je ekstrakcijom masti petroletrom, korišćenjem aparature po Soxhletu, nakon kisele hidrolize uzorka (SPRS ISO 1443/1992). Sadržaj pepela

je određen merenjem mase ostatka nakon žarenja na temperaturi od $550 \pm 25^{\circ}\text{C}$ (SPRS ISO 936/1999).

Organohlorni pesticidi i polihlorovani bifenili

U mišićnom tkivu riba, kao i u uzorcima vode, određeni su ostaci sledećih organohlornih pesticida: gama heksahlorcikloheksan (*gama*-HCH) tj. lindan, *alfa*-HCH, *beta*-HCH, aldrin, dieldrin, heptahlor, *cis*- i *trans*- heptahlorepoksid, p,p'-DDT (dihlordifeniltrihloretan), p,p'-DDE (dihlordifenildihloretan), p,p'-DDD (dihlordifenildihloretan), endrin, heksahlorbenzen (HCB), *alfa*- i *gama*-hlordan. Takođe, u istim uzorcima određeni su kongeneri polihlorovanih bifenila, i to: IUPAC brojevi 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180. Organohlorni pesticidi i polihlorovani bifenili u ribi su kvalitativno i kvantitativno određeni posle ekstrakcije i prečišćavanja ekstrakta masti, primenom gasne hromatografije detektorom sa zahvatom elektrona (GC/ECD) na aparatu VARIAN 3380.

Mikro i makroelementi

Razaranje uzoraka (mišićno tkivo ribe, voda i mulj), radi određivanja elemenata, urađeno je mikrotalasnom digestijom u smeši azotne kiseline i vodonik-peroksida, u skladu sa uputstvom za rukovanje aparatom za mikrotalasnu digestiju (ETHOS, Milestone). Olovo i kadmijum su određeni iz rastvora atomskom apsorpcionom spektrometrijom, grafitnom tehnikom, na aparatu VARIAN SpectraAA 220 sa grafitnom peći VARIAN GTA 110. Bakar, gvožđe, cink i mangan određeni su plamenom tehnikom na aparatu VARIAN SpectraAA 220. Arsen je određen hidridnom tehnikom, a živa tehnikom hladnih para na uređaju VARIAN VGA 77.

Rezidue veterinarskih lekova

Rezidue veterinarskih lekova određivane su u mišićnom tkivu riba različitim metodama. Benzimidazoli (albendazol, mebendazol, oksibendazol i fenbendazol) određeni su metodom tačne hromatografije sa UV detekcijom (HPLC/UV), sa limitom detekcije od 0,005 mg/kg. Kvinoloni (norfloksacin, enfloksacin, oksolinska kiselina i flumekvin) određeni su primenom tačne hromatografije sa fluorescentnom detekcijom, HPLC/FL (limit detekcije 0,020 mg/kg), koja je, takođe, korišćena za određivanje makrocikličnih laktona (limit detekcije 0,001 mg/kg). Metaboliti nitrofurana određeni su metodom tačne hromatografije sa masenom detekcijom, LC/MS/MS, sa limitom detekcije od 0,001 mg/kg. Pored nitrofurana, LC/MS/MS metoda korišćena je i za određivanje hloramfenikola, tiamfenikola i

florfenikola sa limitom detekcije od 0,0003 mg/kg za hloramfenikol, odnosno 0,001 mg/kg za tiamfenikol i florefenikol. Nitroimidazoli (metronidazol, dime-tridazol, ronidazol i ipronidazol) određivani su metodom tečne hromatografije UV detekcijom (HPLC/UV), sa limitom detekcije od 0,005 mg/kg.

Pored LC/MS/MS tehnike koja je korišćena za potvrđivanje hloramfenikola, komercijalni ELISA kitovi korišćeni su za detekciju hloramfenikola i sulfonamida, supstancija sa antibiotskim delovanjem. Korišćeni komercijalni testovi su zasnovani na kompetitivnim antigen-antitelo reakcijama, a rezultati su tumačeni u odnosu na kalibracione standarde iz kita. Ekstrakcija hloramfenikola je obavljena etilacetatom, uzorci su odmašćeni *n*-heksanom i ovako pripremljen ekstrakt pipetiran je u bunarčiče obložene antitelima specifičnim za hloramfenikol (*Impens i dr.*, 2003). Minimalno zahtevana granica performanse (Minimum Required Performance Limit, MRPL) za hloramfenikol je 0,3 ng/g (Commission Decision, 2003/181/EC). Ostaci sulfonamida u mišiću ribe ekstrahovani su iz uzorka fosfatnim puferom i određeni su ELISA testom. Maksimalno dozvoljena količina za sulfonamide je 0,1 µg/g u namirnicama životinjskog porekla (Commission Regulation 37/2010).

Rezultati i diskusija

Rezultati ispitivanja hemijskog sastava fileta šarana prikazani su u tabeli 2. U tabeli 3 dat je sadržaj mikro- i makroelemenata u mulju iz šaranskog ribnjaka, dok su koncentracije kontaminanata u vodi ekosistema za uzgoj šarana date u tabeli 4. Sadržaj kontaminanata iz okoline i veterinarskih lekova u filetima šarana u toku uzgoja prikazan je u tabeli 5.

U vodi ekosistema za uzgoj šarana i zemljištu u neposrednoj blizini ribnjaka ispitan je i sadržaj radionuklida. U vodi, sp. aktivnosti, [Bq/l], bile su: $^{238}\text{U} < 1$; $^{235}\text{U} < 0,1$; $^{40}\text{K} < 5$; $^{226}\text{Ra} < 0,5$; $^{232}\text{Th} < 0,5$; $^{137}\text{Cs} < 0,05$. U zemljištu su analizirani navedeni radionuklidi: ^{238}U , ^{235}U , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th i ^{137}Cs .

Sadržaj radionuklida u analiziranim uzorcima vode i zemljišta se nalazio ispod dozvoljenih granica propisanih „Pravilnikom o granicama radioaktivne kontaminacije životne sredine i o načinu sprovođenja dekontaminacije“ (*Službeni list SRJ* 9/99).

Hemijski sastav

U tabeli 2 prikazan je hemijski sastav trinaest uzoraka šarana u fazi uzgoja i dvadeset četiri uzorka konzumnih šarana uzorkovanih u periodu od decembra 2008. do aprila 2010. godine. Rezultati pokazuju da se hemijski sastav šarana u toku uzgoja neznatno menjao, na šta ukazuju niske vrednosti standardne devijacije. Ako se poredi hemijski sastav šarana u toku uzgoja sa hemijskim sastavom konzumnog šarana, konstatuju se razlike u sadržaju vode i masti. Naime, sadržaj vode opada, a sadržaj masti raste, što je povezano sa povećanjem starosti ribe. Dobijeni rezultati ukazuju da se u kontrolisanim uslovima gajenja, pri ujednačenom kvalitetu hrane kao glavnog činioca koji utiče na kvalitet ribe, dobija riba konstantnog kvaliteta, tj. riba u kojoj ne postoje varijacije u hemijskom sastavu. Varijacije su u vezi sa porastom mase ribe i sezonom hranjenja.

Kontaminanti okoline

Podaci iz literature ukazuju na mogućnost mobilizacije zagađivača iz ekosistema, pre svega toksičnih elemenata, u ribu (*Balter i Lecuyer*, 2010), koji u ekosistem mogu da dospeju kao posledica zagađenja neposrednog okruženja kao što su posledice eksploatacije rudnih bogatstava (*Mazej i dr.*, 2010). Tako dospeli zagađivači iz životne sredine mogu da se i bioakumuliraju u živom svetu (*Tabinda*, 2010). Iz tih razloga, interesantno je da se pored rezultati za toksične elemente do kojih se došlo u ovom istraživanju, u uzorcima mulja, vode i ribe. Najveća koncentracija elemenata je u mulju (tabela 3), tako da postoji realna potencijalna opasnost migracije tih elemenata iz mulja u vodenu sredinu. Količina elemenata koja je iz mulja mi-

Tabela 2. Hemijski sastav fileta šarana (srednja vrednost ± standardna devijacija)
Table 2. Chemical composition of carp fillets (mean value ± standard deviation)

Parametri / Parameters	Šaran u uzgoju, n = 13 Farming carp	Konzumni šaran, n = 24 Table/marketable carp
Sadržaj proteina, %/Protein content, %	17,38 ± 0,15	17,55 ± 0,64
Sadržaj vode, %/Water content, %	79,21 ± 0,49	77,17 ± 1,33
Sadržaj masti, %/Fat content, %	2,31 ± 0,08	3,65 ± 0,92
Sadržaj pepela, %/Ash content, %	1,21 ± 0,06	1,70 ± 0,04
Energetska vrednost/Energy value, kcal/100g	89,90 ± 2,12	101,03 ± 9,07
Energetska vrednost/Energy value, kJ/100g	374,05 ± 11,67	422,80 ± 37,89

grirala u vodu je u direktnoj zavisnosti od pH, oksido-redukcionog potencijala sredine, jonske sile, prisustva kompleksirajućih agenasa i sl. (Oloade, 2010). Sadržaj Mn i Fe u mulju bio je najveći i dostizao je vrednost do 540 mg/kg za Mn i 950 mg/kg za Fe (tabela 3). Sadržaj Cu i Zn bio je znatno niži u opsegu od 7 do 47 mg/kg u za Cu, odnosno od 17 do 65 mg/kg u za Zn. Sadržaji ostali ispitanih elementa u mulju bili su znatno manji (tabela 3), a njihove maksimalne vrednosti bile su 3,25 mg/kg za Hg, 0,338 mg/kg za Cd i 0,1784 mg/kg za Hg.

Tabela 3. Sadržaj mikro- i makroelemenata u mulju iz šaranskog ribnjaka

Table 3. Content of trace and macro elements in fish farm sludge

Mikro- i makroelementi, n=17	<i>[mg/kg]</i>
Trace and macro elements	
Olovo – Pb	0,50–3,25
Kadmijum – Cd	0,025–0,338
Živa – Hg	0,10–0,184
Bakar – Cu	7–47
Gvožđe – Fe	123–950
Cink – Zn	17–65
Mangan – Mn	190–540

Kao i u mulju, i u ispitanim uzorcima vode iz ekosistema za uzgoj šarana (tabela 4), najveću koncentraciju imali su Fe (do 0,130 mg/kg) i Mn (do 0,140 mg/kg). Koncentracije bakra i cinka, kao i u slučaju mulja, i u uzorcima vode bile su znatno niže od koncentracija gvožđa i mangana. Maksimalno određena koncentracija bakra u vodi bila je 0,005 mg/kg, a cinka 0,026 mg/kg. Koncentracije ostalih ispitanih elemenata bile su ispod granice detekcije (tabela 4). Rezultati ukazuju da se sadržaj elemenata u mulju direktno reflektuje na koncentraciju tih elemenata u vodi.

U svim analiziranim uzorcima vode koncentracija većine organohlorinih pesticida bila je manja od granice detekcije (0,001 mg/kg), izuzev za *gama* HCH tj. lindan, koja se kretala u opsegu od granice detekcije do 0,017 mg/kg (tabela 4). Takođe, zbir koncentracije heptahlorina i heptahlorepoksida (*cis-* i *trans-*) kretala se u opsegu od granice detekcije do 0,019 mg/kg (tabela 4).

Kontaminanti okoline, tj. organohlorini pesticidi, polihlorovani bifenili i elementi (Pb, Cd, As, Hg, Cu, Fe, Zn i Mn) analizirani su u svim uzorcima fileta šarana (tabela 5). Prema Pravilniku o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje mogu da se nalaze u na-

Tabela 4. Koncentracija kontaminata u vodi ekosistema za uzgoj šarana

Table 4. Concentration of contaminants in the water of the fish farm eco system

Organohlorini pesticidi, n=31	<i>[mg/kg]</i>
Organochlorinated pesticides	
Lindan/Lindan	< 0,001–0,017
HCH (α i β izomer)/HCH (α and β isomere)	< 0,001
Aldrin i Dieldrin/Aldrin and dieldrin	< 0,001
Heptahlor i heptahlorepoksidi (<i>cis-</i> i <i>trans-</i>)	< 0,001–0,019
Heptachlorine and heptachlorepoxyde (<i>cis-</i> and <i>trans-</i>)	
p,p'-DDE+p,p'-DDD+p,p'-DDT	< 0,001
Endrin	< 0,001
HCB	< 0,001
Hlordan (<i>alfa-</i> i <i>gama-</i>)	< 0,001
Chlordan (<i>alfa-</i> and <i>gama-</i>)	
Polihlorovani bifenili, n=31/	<i>[mg/kg]</i>
Polychlorinated biphenyls	
UPAC br: 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	< 0,001–0,089
Mikro- i makroelementi, n=31/	<i>[mg/kg]</i>
Trace and macro elements	
Olovo – Pb <i>[μg/kg]</i>	< 0,1–1,6*
Kadmijum – Cd <i>[μg/kg]</i>	< 0,01–0,107*
Arsen – As	< 0,01
Živa – Hg	< 0,001
Bakar – Cu	< 0,001–0,005
Gvožđe – Fe	0,005–0,130
Cink – Zn	0,005–0,026
Mangan – Mn	0,001–0,140

* u *[μ g/kg]*/ in *[μ g/kg]*

mirnicama (*Službeni list SRJ*, 5/92, 11/92, -ispr. i 32/2002), maksimalno dozvoljene količine organohlorinih pesticida, polihlorovanih bifenila i toksičnih elemenata, propisane ovim Pravilnikom, nisu prekoračene u ispitanim uzorcima šarana u toku uzgoja kao ni u konzumnom šaranu. Sadržaji *alfa*-HCH, *beta*-HCH, endrina i HCB bili su uvek manji od granice detekcije (0,001 mg/kg). Sadržaj ostalih organohlorinih pesticida bio je u opsegu od granice detekcije (0,001 mg/kg) do 0,007 mg/kg za lindan, do 0,009 mg/kg za zbir aldrina i dieldrina, kao i za zbir heptahlorina i *cis-* i *trans-* heptahlorepoksida, do 0,028 mg/kg za zbir p,p'-DDT, p,p'-DDE i p,p'-DDD, dok zbir *alfa-* i *gama-* hlordan nije prelazio 0,003 mg/kg. Sadržaj polihlorovanih bifenila (kongeneri 28, 52, 101, 118, 138, 153 i 180) bio je u obimu od granice detekcije (0,001 mg/kg) do 0,030 mg/kg.

Rezultati su ukazali da se sadržaj toksičnih elemenata u mulju odrazio na koncentraciju istih elemenata u vodi. Međutim, ako se posmatra odnos elemenata u vodi i ribi, koncentracija elemenata u vodi se ne odražava na sadržaj elemenata u ribi. Naime, najveći sadržaj u filetima ribe imali su Fe (od

Tabela 5. Sadržaj kontaminanata iz okoline u filetima šarana u toku uzgoja (n = 13) i u konzumnjoj ribi (n = 24), kao i veterinarskih lekova u konzumnom šaranu (n = 24)
Table 5. Content of contaminants from the environment in carp filets during farming (n = 13) and table/marketable fish (n = 24), as well as of veterinary drugs in table/marketable carp (n = 24)

Organohlorni pesticidi/ Organochlorinated pesticides n = 37	Propisana max vrednost/Regulated max value [mg/kg]	Rezultat/Result [mg/kg]	Nitroimidazoli/Nitroimidazoles, n=24	Propisana max vrednost/Regulated max value [mg/kg]	Rezultat/Result [µg/kg]
Lindan/Lindan	0,010	< 0,001–0,007	Dimetridazol	0,000	< 5
HCH (α i β izomer)/HCH (α and β isomere)	0,010	< 0,001	Metronidazol	0,000	< 5
Aldrin i dieldrin/Aldrin and dieldrin	0,020	< 0,001–0,009	Ronidazol	0,000	< 5
Heptahlor i heptahlorepsid (cis- i trans-)/ Heptachlorine and heptachlorepside (cis- and trans-)	0,010	< 0,001–0,009	Ipronidazol	0,000	< 5
p,p'-DDE+p,p'-DDD+p,p'-DDT	0,100	< 0,001–0,028	Metaboliti nitrofurana/ Nitrofurans metabolites, n=24		
Endrin	0,005	< 0,001	3-amino-5-morfolonimetil -2-oxazolodion (AMOZ)	0,000	< 1,0
HCB	0,010	< 0,001	3-amino-2-oxazolodion (AOZ)	0,000	< 1,0
Chlordan (alfa- i gama-)/ Polihlorovani bifenili/ Poly-chlorinated biphenyls (PCB), n = 37	0,005	< 0,001–0,003	Semikarbazid (SEM)	0,000	< 1,0
Polihlorovani bifenili/ Poly-chlorinated biphenyls PCBs	3,000	< 0,001–0,030	Aminohidantion (AHD)	0,000	< 1,0
Mikro- i makroelementi/ Trace and macro elements, n = 37			Kvionoloni/Quinolones, n=24		
Olovo – Pb	0,400	< 0,05–0,15	Norfloksacin/Norfloracin	0,000	< 1,0
Kadmijum – Cd	0,100	< 0,005–0,020	Enrofloksacin/Enrofloxacine	0,000	< 1,0
Arsen – As	2,000	< 0,005	Flumekvin/Flumequin	0,000	< 1,0
Živa – Hg	0,500	0,005–0,045	Oksoinska kiselina/Oxoline acid	0,000	< 1,0
Bakar – Cu	/	0,10–0,42	Benzimidazoli/Benzimidazoles, n=24		
Gvožđe – Fe	/	3,10–6,78	Albendazol	0,000	< 5
Cink – Zn	/	4,20–8,95	Fenbendazol	0,000	< 5
Mangan – Mn	/	< 0,5	Oksibendazol	0,000	< 5
Antibiotici/Antibiotics, n = 24			Mebendazol	0,000	< 5
Hloramfenikol/Chloramphenicol	0,000	< 0,3	Makrociklični laktoni/ Macrocyclic lactones, n=24		
Tiamfenikol	0,000	< 2,0	Abamektin	0,000	< 1,0
Florfenikol	0,000	< 2,0	Ivermektin	0,000	< 1,0
Sulfonamidi	0,000	< 5,0	Moksidektin	0,000	< 1,0

3,10 do 6,78 mg/kg) i Zn (od 3,10 do 6,78 mg/kg), (tabela 5), dok su u vodi maksimalnu koncentraciju imali Fe i Mn (tabela 4). U ribi, sadržaj mangana bio je uvek ispod granice detekcije (0,5 mg/kg). S obzirom na činjenicu da Hg nije detektovana u vodi (tabela 4), a da je njen sadržaj u ribi bio u obimu od 0,005 do 0,045 mg/kg, može da se zaključi da je ova koncentracija posledica bioakumulacije Hg u tkivu ribe iz mulja. Stoga, povećan sadržaj Hg u ribi verovatno može da bude rezultat migracije Hg iz mulja u ribu, jer riba u potrazi za hranom uranja u mulj. Slično, i u slučaju Cu, gde je sadržaj u ribi bio u obimu od 0,10 do 0,42 mg/kg, tj. znatno veći nego u vodi, može da se zaključi da je nastala bioakumulacija Cu u tkivima ribe. Sadržaji Pb, Cd i As u tkivu ribe u ispitivanom periodu bili su manji od granice detekcije (tabela 5).

Veterinarski lekovi

Benzimidazoli pripadaju grupi antihelminitika i deluju protiv nematoda, trematoda, cestoda i pljosnatih crva. Primenjuju se *per os*, imaju širok spektar delovanja i dobro se podnose. Kvinoloni tj. fluorquinoloni imaju širok antibakterijski spektar delovanja. Koriste se u profilaksi kao i u lečenju bakterijskih infekcija. U akvakulturi primenjuju se preko medicinirane hrane ili u mediciniranim kupkama za ribe. Makrociklični laktoni – ivermektin, abamektin i moksidektin imaju antiparazitsko delovanje i efikasni su protiv larvi i odraslih oblika gastrointestinalnih i plućnih nematoda i ektoparazita kao što su krpelji, buve, vaši i insekti. Nitrofurani – furazolidon, furataldon, nitrofurazon i nitrofurantoin pripadaju grupi antibiotika koji se efikasno koriste u lečenju infekcija izazvanih bakterijama *Salmonella* i *Escherichia coli*. Na osnovu podataka o toksičnosti, od 1993. godine zabranjena je upotreba furatadona, nitrofurazona i nitrofurantoina u uzgoju životinja (Council Regulation 2901/93). Godine 1995. zabranjena je i upotreba furazolidona (Council regulation 1442/95). Pomenute zabrane su, takođe, deo zakonske regulative Republike Srbije (*Službeni glasnik RS*, br. 96/2009). Imajući u vidu činjenicu da se nitrofurani karakterišu veoma kratkim vremenom poluživota *in vivo*, ne dužim od nekoliko sati, kao marker rezidue za kontrolu ilegalne upotrebe nitrofurana u tkivima životinja uzimaju se njihovi metaboliti, i to 1-aminohidantion (AHD), semikarbazid (SEM), 3-amino-2-oksazolidinon

(AOZ) i 3-amino-5-morfolinometil-2-oksazolidinon (AMAZ), koji su stabilniji (vreme poluživota 4 do 9 dana). Hloramfenikol je antibiotik širokog spektra delovanja, sa dokazanim karcinogenim delovanjem. Iz tih razloga je zabranjena njegova upotreba kao veterinarskog leka u uzgoju životinja, čije se meso koristi za ljudsku ishranu. Sulfonamidi su sintetska antimikrobna sredstva, čija je upotreba u tretiranju bolesti životinja, za razliku od hloramfenikola, dozvoljena.

U toku jednogodišnjeg uzgoja šarana, sadržaj veterinarskih lekova ispitivan je u 24 uzorka konzumnog šarana. Dobijeni rezultati (tabela 3) ukazuju da su nađeni sadržaji bili ispod granice detekcije za svako ispitano jedinjenje.

Zaključak

- U kontrolisanim uslovima gajenja ribe, pri ujednačenom kvalitetu hrane, dobija se riba konstantnog kvaliteta, u kojoj ne postoje varijacije u sadržaju proteina, vode, masti i pepela. Varijacije su povezane sa porastom mase ribe i sezonom uzgoja.
- Dobijeni rezultati ukazuju da se sadržaj elemenata u mulju direktno odražava na koncentraciju tih elemenata u vodi. Sadržaj mangana i gvožđa je najveći u mulju i, takođe, njihove koncentracije su najveće i u vodi.
- Sadržaj radionuklida u analiziranim uzorcima vode i zemljišta se nalazio ispod dozvoljenih granica propisanih odgovarajućim Pravilnikom.
- Maksimalno dozvoljene količine organohlorovanih pesticida, polihlorovanih bifenila, toksičnih elemenata, određene Pravilnikom, u ispitanim uzorcima šarana u toku uzgoja kao ni u konzumnom šaranu nisu prekoračene.
- Sadržaji veterinarskih lekova u uzorcima konzumnog šarana bili su ispod granice detekcije za svako ispitano jedinjenje.
- Poređenjem koncentracije ispitanih elemenata u ribi sa sadržajem istih elemenata u vodi, može da se pretpostavi da je u tkivima ribe nastala bioakumulacija Hg i Cu, ali, verovatno, došlo je i do migracije Hg iz mulja u ribu.

Literatura

- Balter V., Lecuyer C., 2010.** Determination of Sr and Ba partition coefficients between apatite from fish (*Sparus aurata*) and seawater: The influence of temperature. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 74, 3449–3458.
- Bortoli A., Dell'Andrea E., Gerotto M., Marchiori M., Palonta M., Troncon A., 1998.** Soluble and particulate metals in the Adige River. *Microchemical Journal*, 59, 19–31.
- Cole D. W., Cole R., Gaydos S. J., Gray J., Hyland G., Jacques M. L., Powell-Dunford N., Sawhney C., Au W. W. 2009.** Aquaculture: Environmental, toxicological, and health issues. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 212, 369–377.
- Commission Decision 2003/181/EC, 2003.** Commission Decision of 13 March 2003 amending Decision 2002/657/EC as regard the setting of minimum required performance limits (MRPLs) for certain residues in food of animal origin, *Official Journal of the European Communities*, L71, 17.
- Commission Regulation 37/2010, 2010.** Commission Regulation 37/2010 of 22 December 2009 on pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits in foodstuffs of animal origin. *Official Journal of the European Communities*, L15, 1.
- Council Regulation 2901/93, 1993.** No 2901/93 of 18 October 1993 amending Annexes I, II, III and IV to Regulation (EEC) No 2377/90 laying down a Community procedure for the establishment of maximum residue limits of veterinary medicinal products in foodstuffs of animal origin. *Official Journal of the European Communities*, L264, 1.
- Council Regulation 1442/95, 1995.** No 1442/95 of 26 June 1995 amending Annexes I, II, III and IV of Council Regulation (EEC) No 2377/90 laying down a Community procedure for the establishment of maximum residue limits of veterinary medicinal products in foodstuffs of animal origin. *Official Journal of the European Communities*, L143, 26.
- 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.
- Elbaz-Poulichet F., Garnier J. M., Guan D. M., Martin J. M., Thomas A. J., 1996.** The conservative behavior of trace metals (Cd, Cu, Ni and Pb) and As in the surface plume of stratified estuaries: Example of the Rhone river (France). *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 42, 289–310.
- Grosheva E. I., Voronskaya G. N., Pastukhova M. V., 2000.** Trace element bioavailability in Lake Baikal. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 3, 229–234.
- Impens S., Reybroeck W., Courtheyn D., Ooghe S., Wasch K. De, Smedts W., Brabander H. De., 2003.** Screening and confirmation of chloramphenicol in shrimp tissue using ELISA in combination with GC–MS² and LC–MS², *Analytica Chimica Acta*, 483, 153–163.
- Jepson P. D., Bennett P. M., Deaville R., Allchin C. R., Baker J. R., Law R. J., 2005.** Relationships between polychlorinated biphenyls and health status in harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) stranded in the United Kingdom., *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24, 238–248.
- Jia J., Wijkstrom U., Subasinghe R., Barg U., 2000.** Aquaculture development beyond 2000: global prospects. *International Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific, NACA/FAO Book of Synopses*, 7–10, 20–25 February, Bangkok, Thailand.
- Josupeit H., Lem A., 2000.** Aquaculture products: quality, safety, marketing and trade. *International Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific, NACA/FAO Book of Synopses*, 173–175, 20–25 February, Bangkok, Thailand.
- Kaur V. I., Ansal M. D., 2010.** Efficacy of vermicompost as fish pond manure – Effect on water quality and growth of *Cyprinus carpio* (Linn.). *Bioresource technology*, 101, 6215–6218.
- Mazej Z., Al Sayegh-Petkovsek S., Pokornj B., 2010.** Heavy Metal Concentrations in Food Chain of Lake Velenjsko jezero, Slovenia: An Artificial Lake from Mining. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 58, 998–1007.
- Minh N. H., Minh T. B., Kajiwara N., Kunisue T., Iwata H., Viet P. H., Tu N. P., Tuyen B. C., Tanabe S., 2006.** Contamination by polychlorinated biphenyls and persistent organochlorides in fish and feed from Mekong River Delta, Vietnam. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25, 2700–2708.
- Morgan J. J., Stumm W., 1991.** Chemical Processes in the Environment, Relevance of Chemical Speciation, in E. Merien (ed.), *Metals and Their Compounds in the Environment*. Germany: VCH Publishers, 67–103.
- Ololade I.A., 2010.** Prediction of Extractable Metals (Cd, Pb, Fe, Cu, Mn and Zn) in Sewage. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 9, 425–435.
- Pinto B., Garritano S. L., Cristofani R., Ortaggi G., Giuliano A., Amodio-Cocchiari R., Cirillo R., DeGiusti M., Boccia A., Reali D., 2008.** Monitoring of polychlorinated biphenyl contamination and estrogenic activity in water, commercial feed and farmed seafood. *Environmental Monitoring and Assessment*, 144, 445–453.
- Službeni glasnik RS, br. 96/2009.** Rešenje o zabrani prometa i upotrebe supstanci i lekova namenjenih upotrebi u veterinarskoj medicini za tretiranje životinja koje se koriste za ishranu ljudi.
- Službeni list SRJ 5/92, 11/92, i 32/2002.** Pravilnik o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstanci, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstanci koje se mogu nalaziti u namirnicama. Broj 5, 6–85, 15. maj.
- Službeni list SRJ 9/99.** Pravilnik o granicama radioaktivne kontaminacije životne sredine i načinu sprovođenja dekontaminacije.
- Spiric A., Trbović D., Vranić D., Djinović J., Petronijević R., Matekalo-Sverak V., 2010.** Statistical evaluation of fatty acid profile and cholesterol content in fish (common carp) lipids obtained by different sample preparation procedures. *Analytica Chimica Acta*, 672, 66–71.
- SPRS ISO 1443/1992.** Meso i proizvodi od mesa. Određivanje sadržaja ukupne masti.
- SPRS ISO 1442/1998.** Meso i proizvodi od mesa. Određivanje sadržaja vlage.
- SPRS ISO 936/1999.** Meso i proizvodi od mesa. Određivanje ukupnog pepela.
- Storelli M. M., Marcotrigiano G. O., 2001.** Heavy metal monitoring in fish, bivalve mollusks, water, and sediments from Varano Lagoon, Italy. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 66, 365–370.
- Tabinda A. B., Hussain M., Ahmed I., Yasar A., 2010.** Accumulation of Toxic and Essential Trace Metals in Fish and Prawns from Kati Bunder Thatta District, Sindh. *Pakistan Journal of Zoology*, 42, 631–638.
- Trbović D., Vranić D., Đinović J., Borović B., Spiric D., Babić J., Spirić A., 2009.** Masnokiselinski sastav i sadržaj holesterola u filetima jednogodišnjeg šarana (*Cyprinus carpio*) u fazi uzgoja. *Tehnologija mesa*, 50, 276–286.
- USDHHS-USEPA (US Department of Health and Human Services and US Environmental Protection Agency),**

2004. What you need to know about mercury in fish and shellfish. EPA and FDA advice for: women who might become pregnant-women who are pregnant-nursing mothers-young children. EPA-823-R-04-005. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/admeHg3.html> (last access date: April 10, 2006).

Vallođ D., Sarrazin B., 2010. Water quality characteristics for draining an extensive fish farming pond. *Hydrological sciences journal-journal des sciences hydrologiques*, 55, 394–402.

Ylitalo G. M., Stein J. E., Hom T., Johnson L. L., Tilbury K. L., Hall A. J., Rowles T., Greig D., Lowenstine L. J., Gulland F. M. D., 2005. The role of organochlorines in cancer-associated mortality in California sea lions (*Zalophus californianus*). *Marine Pollution Bulletin*, 50, 30–39.

Zoumis T., Schmidt A., Grigorova L., Calmano, W., 2001. Contaminants in sediments: remobilization and demobilization. *Science of the Total Environment*, 266, 195–202.

The state of ecosystem, quality and safety of the carp meat (*Cyprinus carpio*) from aquaculture during farming

Đinović Jasna, Trbović Dejana, Vranić Danijela, Janković Saša, Spirić Danka, Radičević Tatjana, Spirić Aurelija

S u m m a r y: Production of food from aquaculture provides approx. 40% of the world population needs for fish. Demand for fish from aquaculture is increasing because fish ponds, in most cases, are located away from big industrial polluters, and in this way contamination of fish by antropogene pollutants from the environment is reduced to the minimum. Objective of this paper was monitoring of the contamination/pollution of the fish pond eco system, quality and safety of carp meat (*Cyprinus carpio*) from aquaculture during fish farming. State of pollution of eco system, in this case of water and sediment/sludge, by chemical and microbiological contaminants reflects directly on quality of aquaculture products. Production of high quality and hygienically compliant fish, which is free from chemical, microbiological and other contaminants, is the principal requirement in production.

In this paper, the content of trace and macro elements (Pb, Cd, Hg, Cu, Fe, Zn and Mn) in fish pond sludge was investigated. In the water of the eco system for fish farming, concentrations of trace and macro elements were determined (Pb, Cd, As, Hg, Cu, Fe, Zn and Mn), also of organo-chlorine pesticides (gama- HCH, alfa- HCH, beta- HCH, aldrin, dieldrin, heptachlorine, cis- and trans- heptachlorepoxyde, p,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDD, endrin, HCB, alfa- and gama- chlordan were determined. Also, in same water samples congeners of polychlorinated biphenyls were determined (IUPAC numbers 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180). During one year of carp farming, in fish fillets the following was determined: chemical composition, content of trace and macro elements, of organo-chlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and veterinary drugs (antibiotics, nitroimidazoles, metabolites of nitrofurans, quinolones, benzimidazoles and macro-cyclic lactones). Results showed that fish farmed under controlled conditions has constant quality, i.e. it is not characterized by variations in chemical composition. Content of elements in the sludge directly reflects on concentration of those elements in the water. The highest content in the sludge, but also the highest concentration in the water was determined for iron and manganese. Maximum residual limits of organo-chlorinated pesticides, poly-chlorinated biphenyls, toxic elements, as laid down in the rulebook, in investigated carp samples during farming and also samples of marketable carp were not exceeded. Content of veterinary drugs in samples of table/marketable carp was bellow detection limit for each investigated compound.

Key words: carp, chemical composition, trace elements, pesticides, polychlorinated biphenyls, veterinary drugs, ecosystem, radionuclids.

Rad primljen: 5.08.2010.

Rad prihvaćen: 9.08.2010

Application of near infrared spectroscopy to predict chemical composition of meat and meat products*

Prevolnik Maja^{1,2}, Škrlep Martin¹, Škorjanc Dejan², Čandek-Potokar Marjeta^{1,2}

Abstract: Near infrared spectroscopy was evaluated as a tool for predicting main chemical constituents (intramuscular fat, protein, water content, water-to-protein ratio) of different raw meats and meat products. Muscle and meat product samples ($n=294$) were divided into four groups: 1) pig longissimus dorsi muscle, 2) different pork muscles, 3) different muscles of different species and 4) meat and meat products. The quality of the developed models was evaluated using coefficient of determination in calibration (R^2_c) and prediction (R^2_p), standard error in calibration (se_c) and prediction (se_p) and RPD (ratio between standard deviation of the reference data and se_p). We prepared separate model for pig longissimus dorsi muscle samples and several combined models for various meats and meat products. Best prediction results were obtained for intramuscular fat content ($R^2_p=0.94-0.99$; RPD=4.1-10.1), followed by water content ($R^2_p=0.67-0.96$; RPD=1.2-5.0). Prediction of protein content was also very good ($R^2_p=0.87-0.96$; RPD=2.7-4.5), except in a separate sample set of pig longissimus dorsi muscles, which was probably due to narrow variation range. Water-to-protein ratio was also predicted satisfactory accuracy ($R^2_p=0.50-0.91$; RPD=1.4-3.1). Developed models proved remarkable ability of near infrared spectroscopy for the prediction of chemical composition of raw meats and meat products and thus the potential to replace existing wet chemistry.

Keywords: chemical composition, meat, meat products, NIR spectroscopy.

Introduction

Chemical composition of meat is important for its nutritional value, technological, and sensory quality. Existing chemical procedures are very exhaustive so there is an interest for fast and reliable methods with the potential for industrial use. In recent years, spectral information is increasingly used for rapid analyses of food. Many studies are available in the literature showing near infrared (NIR) spectroscopy as a promising method for the analyses of meat (for review see Prevolnik *et al.*, 2004; Prieto *et al.*, 2009) in particular the chemical composition of raw meat by NIR spectroscopy (for review see Prevolnik *et al.*, 2004; Prieto *et al.*, 2009). On the other hand, studies dealing with the prediction of chemical composition of meat products are rare (Ortiz-Somovilla *et al.*, 2007; Gaitán-Jurado *et al.*, 2008; Collell *et al.*, 2010), but the results also show high potential. Advantages of NIR spectroscopy compared to the conventional chemical methods are its speed, simplicity and the possibility to determine a large number of different

parameters simultaneously. Thus the method would be especially useful and interesting where analyses on large scale are needed or in case of conventional methods which are harmful to health or environment. The limitations of the potential are related mainly to the laborious calibrations needed for each purpose.

In the present research we want to present the results of the tests of NIR spectroscopy application for the prediction of main chemical constituents (fat, water, protein) in an extensive set of different raw meats and meat products. It was of our interest to find out if model for separate muscles (within muscle models) or combined models for various meats and/or meat products are more suitable for practical application.

Material and methods

Collection of samples

Material used in the current study consisted of 294 samples of raw meat and meat products. Samples

***Acknowledgement:** The authors would like to acknowledge the financial support of the state budget by the Slovenian Research Agency (program P4-0072 – “Agrobiodiversity” and PhD scholarship of Maja Prevolnik).

¹Agricultural Institute of Slovenia, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana, Slovenia;

²University of Maribor, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Pivola 10, 2311 Hoče, Slovenia.

were divided into four groups: i) pork *m. longissimus dorsi* (LD) muscle, ii) pork (different parts), iii) meat of various *species* and iii) meat and meat products. The first group comprised 76-82 pig LD samples, the second group consisted of 146-163 samples of different pig muscles (LD, ST- *m. semitendinosus*, SM- *m. semimembranosus*, BF- *m. biceps femoris*), the third group consisted of 237-258 samples (LD, BF, TB-*triceps brachii* of various *species* (pig, cattle, poultry, lamb, rabbit) and the fourth group (n=278-294) comprised samples of raw meat and meat products (sausage, hot dog, dry cured ham).

Chemical analysis of intramuscular fat, water and protein

The analyses of intramuscular fat (IMF), water and protein content were performed in the laboratory of the Agricultural Institute of Slovenia using accredited methods (*SIST EN 17025*, 2005). Prior to the chemical analyses, the samples of meat and meat products were trimmed of superficial fat tissue and minced in a blender. Samples were stored until use at -20°C . All chemical analyses were carried out in replicates.

Determination of IMF was performed by using petroleum ether extraction according to *SIST ISO 1443:2001* (also known as Soxhlet extraction with hydrolysis). IMF content was expressed as a percentage on a fresh weight basis.

Determination of water content was performed according to the *ISO 6496* (1999). Shortly, 5g of sample was mixed with equal amount of quartz sand and dried at 103°C to a constant mass. The loss of mass was recorded and expressed as a percentage of water in the sample.

Protein content was calculated from total nitrogen content which was determined according to *ISO 5983-2* (2005) international standard using Kjeltac 2300 nitrogen analyser (Foss Analytical, Hileroed, Denmark). Shortly, the organic matter in the samples was degraded by heating with concentrated sulphuric (VI) acid in the presence of catalysts. After the addition of base (NaOH) the resulting ammonia gas was dissolved in boric acid solution and titrated with hydrochloric acid. The total nitrogen content was calculated from the amount of the hydrochloric acid used for titration.

Additionally, the water-to-protein ratio (WP ratio) was calculated.

NIR spectra acquisition

Fresh samples of about 100 g were homogenised in a blender for at least 30 s in order to obtain a homogenous mixture. Samples were then put in rectangular quartz cup ($47\times 57\text{mm}^2$), about 3 mm

thick, covered by paper disc and placed directly in NIRS apparatus. For each sample one scanning was performed. Samples were scanned with spectrophotometer NIR System model 6500 (Silver Spring, MD, USA) in a wavelength range from 400 to 2500 nm. Absorbance data were collected every 2 nm as $\log 1/R$, where R represents reflectance.

Spectral data analysis

Spectral data processing was performed by using WinISI II software (2000) with the purpose of developing calibration models for IMF, protein, water content and WP ratio prediction from numerous spectral data points and the reference information. Samples were divided into calibration subset (used to develop models) and prediction subset (used for independent testing or independent validation of models) using WinISI II option Make and use scores. Spectra were first reduced to independent sources of variation (scores) to replace the spectra using PL1 option (an algorithm that reduces spectral data to scores and fine-tunes them for a single constituent) on the basis of global H , which was set to 3. After that we selected about two thirds of the samples into the calibration set on the basis of the neighbourhood concept. The remaining samples were used as an independent prediction set. Splitting of samples was performed for each group of samples separately a) pig LD muscle, b) different pig muscles, c) different muscles of different *species* and d) meat and meat products. Basic statistics for calibration and prediction sample sets (number of samples, means and standard deviations) are presented in Table 1. The actual number of samples used for a single calibration model could be seen in Figures 1-4.

Calibration models for the prediction of IMF, protein, water and WP ratio were developed using modified partial least squares regression on the calibration sets of samples. The mathematical treatment applied was 1 4 4 1, where the first number indicates the order of the derivative (1 is the first derivative of the $\log 1/R$), the second number is the gap in nm over which the derivative is calculated, the third and fourth number refer to the first and the second smoothing. The "SNV and Detrend" option was used to correct scatter effects in the spectra. Samples for which the difference between actual and predicted values exceeded three standard deviations were considered as outliers. For a single calibration model from none to seven samples were removed as outliers. The number of PLS factors was limited to 16, but the actual number of PLS factors was defined for every single calibration model according to the decline of errors. Developed calibration models were further evaluated on an independent (prediction) set

Table 1. Calibration and prediction sample sets used for the development and validation of NIR calibration models**Tabela 1.** Setovi uzoraka za kalibraciju i određivanje koji su korišćeni za razvoj i validaciju modela kalibracije u bliskoj infracrvenoj spektroskopiji

Sample type/ Vrsta uzorka	Sample set/ Set uzoraka	n	Mean ± standard deviation/ Srednja vrednost ± standardna devijacija			
			IMF/IMM	Protein/ Protein	Water/Voda	WP ratio/ Odnos VP
Pig LD muscle/ LD mišić svinje	Calibration/ Kalibracija	52–58	1.94±1.15	22.60±1.25	3.75±1.07	3.25±0.17
	Prediction/ Određivanje	22–26	1.69±0.77	22.82±0.94	73.88±0.47	3.24±0.14
Different pig muscles/ Različiti mišići svinje	Calibration/ Kalibracija	100–113	2.96±2.06	21.85±1.62	73.91±1.50	3.40±0.28
	Prediction/ Određivanje	46–54	3.41±2.52	21.29±1.75	73.84±1.11	3.49±0.28
Different muscles of different species/ Različiti mišići različitih životinjskih vrsta	Calibration/ Kalibracija	160–172	3.63±2.75	21.41±1.85	73.84±1.65	3.47±0.30
	Prediction/ Određivanje	77–86	3.52±2.60	21.11±1.74	74.06±1.61	3.51±0.28
Meat and meat products/ Meso i proizvodi od mesa	Calibration/ Kalibracija	188–196	5.59±7.42	21.26±3.05	71.75±8.62	3.39±0.59
	Prediction/ Određivanje	90–98	6.24±8.68	20.67±2.61	72.02±6.88	3.55±0.46

LD – *longissimus dorsi* muscle/mišić *longissimus dorsi*; IMF – intramuscular fat content/IMM sadržaj intramuskularne masti; WP ratio – water-to-protein ratio/Odnos vode i proteina

of samples. Therefore, the results are presented as standard error of calibration (se_c), coefficient of determination in calibration (R^2_c), standard error of external prediction (se_p) and coefficient of determination of external prediction (R^2_p). Additionally, the parameter RPD (residual predictive deviation) was calculated as an indicator of models' quality. RPD represents the ratio between the se_c (or se_p) and standard deviation (SD) of reference data in the calibration (or prediction) sample set.

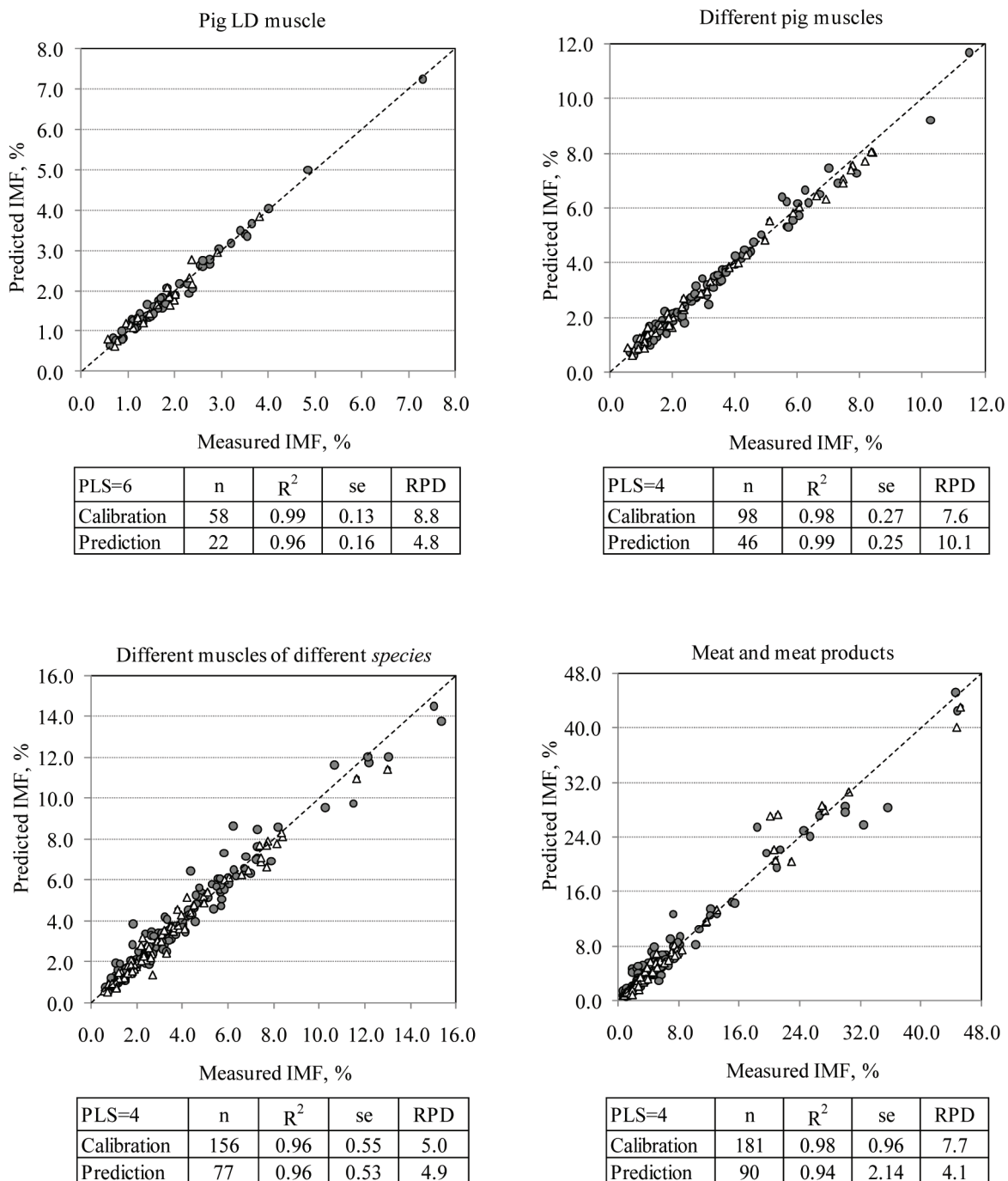
Results and discussion

In the present study the results are presented as statistical parameters of calibration (R^2_c and se_c) and external prediction (R^2_p and se_p). In case when prediction variables span different variation range like different constituents or different sample types/groups, which is also the case of our study, then the errors cannot be directly compared. The errors of prediction should be considered in view of the variation of the reference values. Since the emphasis of our research was to test different sample types/groups with different variation range of four chemical constituents, the parameter RPD (the ratio SD/se) was additionally applied as an indicator of models' quality, as suggested by Kennedy *et al.*, 1996; Andrés *et al.*, 2008; Prieto *et al.*, 2008. For

accurate/reliable predictions, it has been suggested that RPD should exceed three (Kennedy *et al.*, 1996; Andrés *et al.*, 2008; Prieto *et al.*, 2008). Lower RPD values can be attributed either to a narrow variation range of the reference values (giving small SD) or to large NIR prediction error compared to SD of the reference values (Kennedy *et al.*, 1996; Andrés *et al.*, 2008; Prieto *et al.*, 2008).

Prediction of IMF content

The results of the prediction of IMF content (Figure 1) were highly reliable in all four sample types/groups. R^2_p were over 0.96 and RPD_p over 4.1. However, the most accurate prediction of IMF content was observed in the group of different pig muscles ($R^2_p=0.99$, $RPD_p=10.1$). The accuracy of the common model for meat and meat products was a little lower, but only in case of higher (> 20%) IMF content (*i.e.* mainly for meat products). High quality IMF calibration models obtained in our study are in accordance with many previously published data (Tøgersen *et al.*, 2003; Windham *et al.*, 2003; Prevornik *et al.*, 2005; Prieto *et al.*, 2006). The reasons for somewhat lower accuracy to predict IMF content in meat products with common model could be high variability of IMF content in different meat products and insufficient/small number of samples with high IMF content. However, calibration model

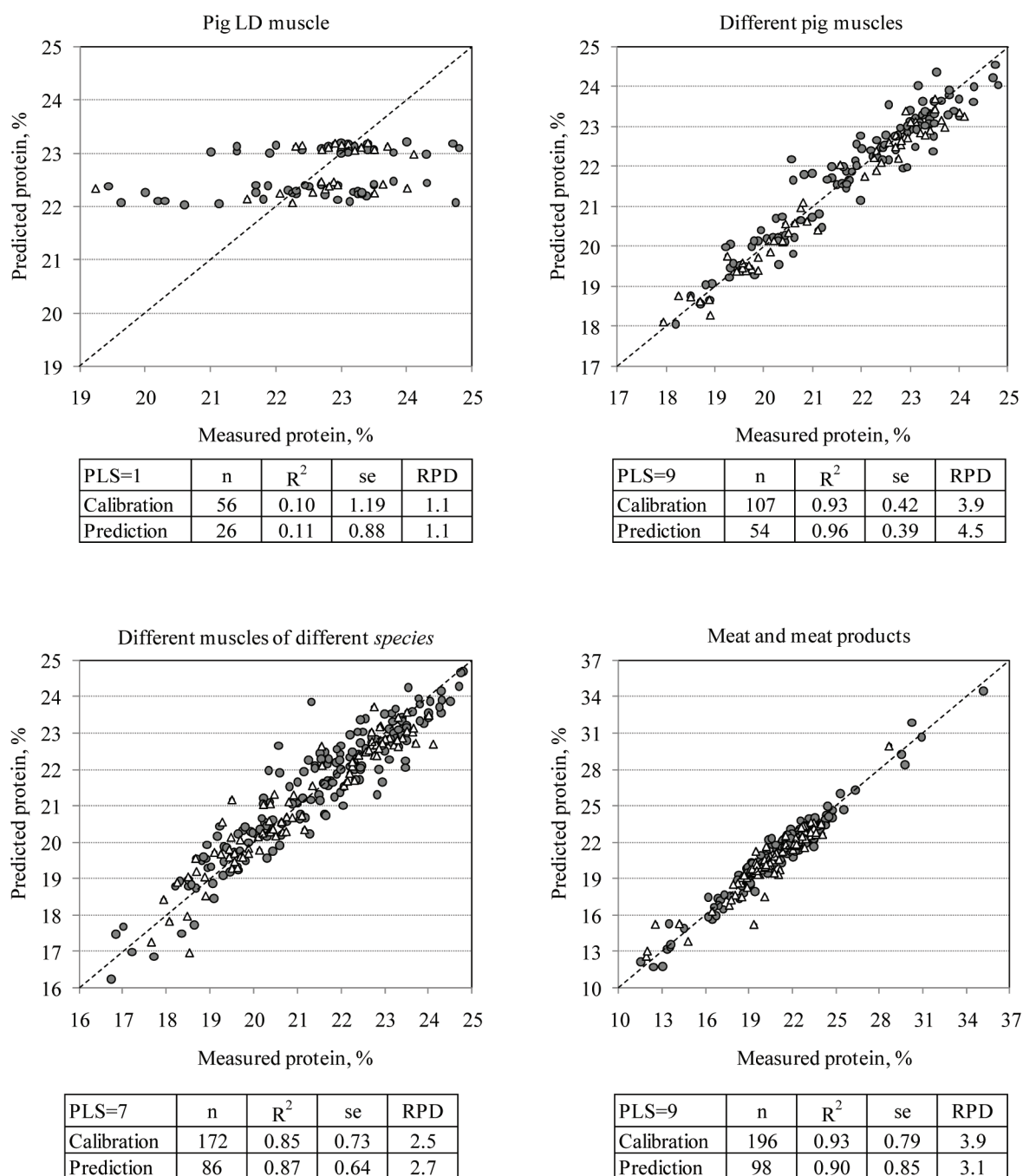


• calibration/kalibracija; Δ prediction/određivanje; ----- fictive line/fiktivna linija ($x = y$);

LD – *longissimus dorsi* muscle/mišić *longissimus dorsi*; IMF – intramuscular fat content/IMM sadržaj intramuskularne masti; PLS – number of PLS factors used to develop calibration model/broj PLS faktora korišćenih za razvoj modela kalibracije; se – standard error/standardna greška; R² – coefficient of determination/koeffcijent determinacije; RPD – residual predictive deviation (the ratio between standard deviation of the reference data and standard error)/rezidualno odstupanje (odnos između standardne devijacije referentnih podataka i standardne greške)

Figure 1. Prediction of IMF content in different sample sets using NIR spectroscopy (spectrum 400–2500 nm)

Slika 1. Određivanje sadržaja IMM u različitim setovima uzoraka korišćenjem bliske infracrvene spektroskopije (NIR) (spektar 400–2500 nm)

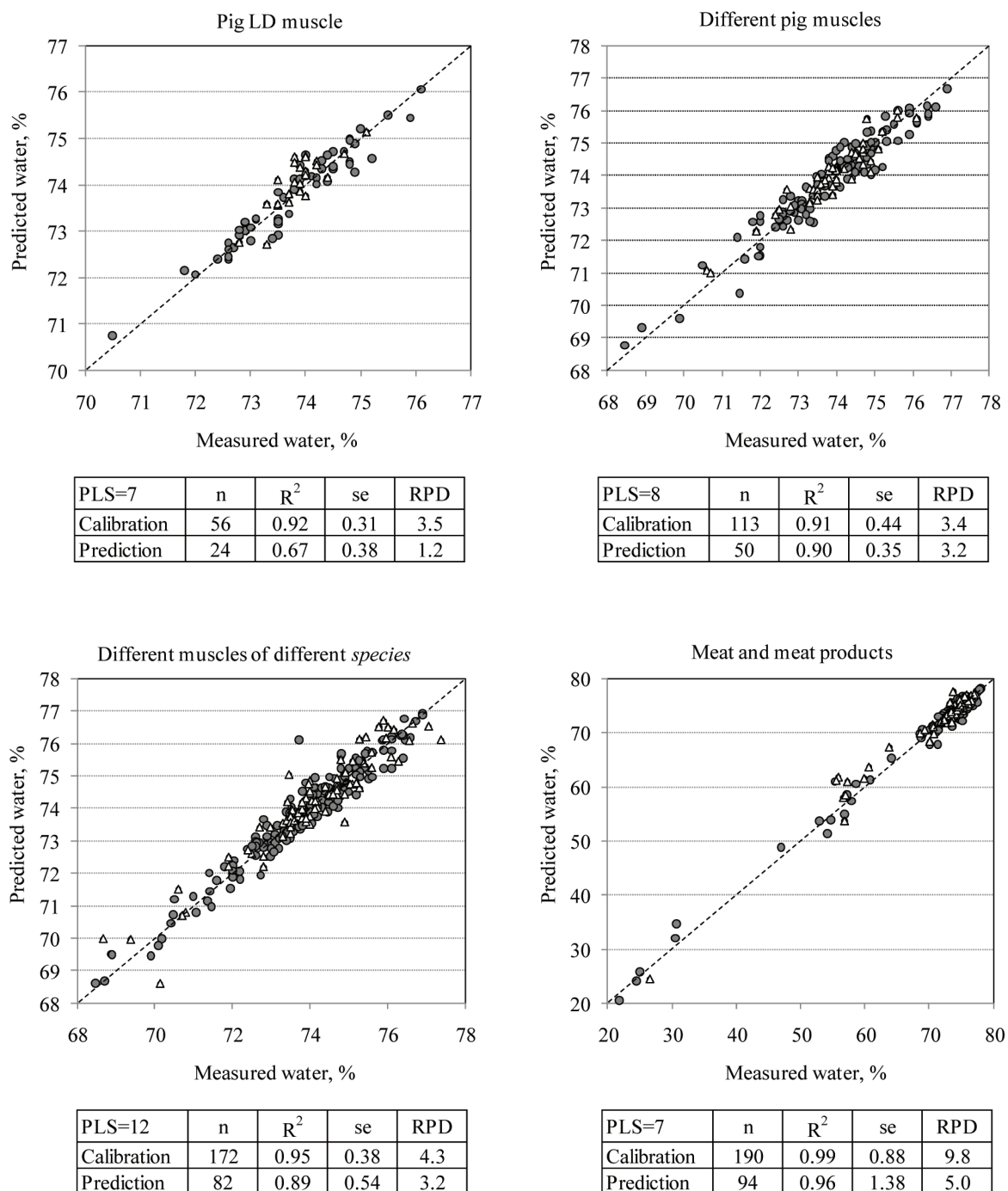


• calibration/kalibracija; Δ prediction/određivanje; ----- fictive line/fiktivna linija (x = y);

LD – *longissimus dorsi* muscle/mišić *longissimus dorsi*; PLS – number of PLS factors used to develop calibration model/broj PLS faktora korišćenih za razvoj modela kalibracije; se – standard error/standardna greška; R² – coefficient of determination/koeficijent determinacije; RPD – residual predictive deviation (the ratio between standard deviation of the reference data and standard error)/reziđualno odstupanje (odnos između standardne devijacije referentnih podataka i standardne greške)

Figure 2. Prediction of protein content in different sample sets using NIR spectroscopy (spectrum 400–2500 nm)

Slika 2. Određivanje sadržaja proteina u različitim setovima uzoraka korišćenjem bliske infracrvene spektroskopije (NIR) (spektar 400–2500 nm)

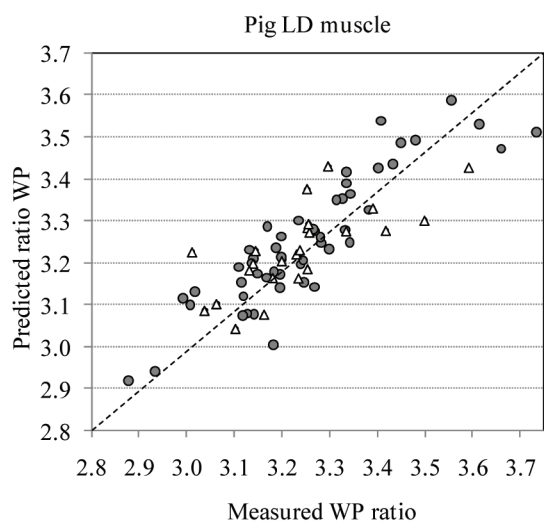


• calibration/kalibracija; Δ prediction/određivanje; ----- fictive line/fiktivna linija ($x = y$);

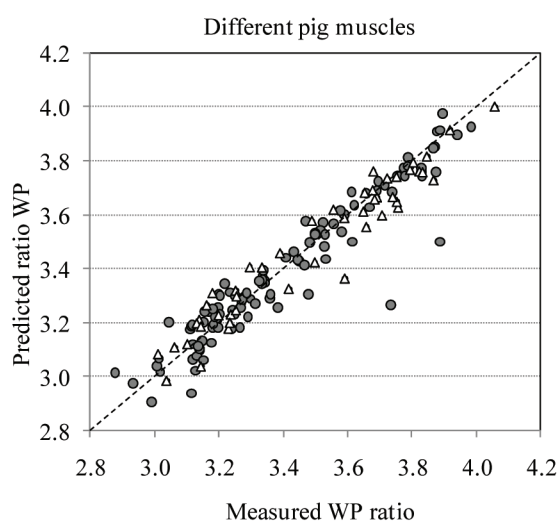
LD – *longissimus dorsi* muscle/mišić *longissimus dorsi*; PLS – number of PLS factors used to develop calibration model/broj PLS faktora korišćenih za razvoj modela kalibracije; se – standard error/standardna greška; R² – coefficient of determination/koeficijent determinacije; RPD – residual predictive deviation (the ratio between standard deviation of the reference data and standard error)/reziđualno odstupanje (odnos između standardne devijacije referentnih podataka i standardne greške)

Figure 3. Prediction of water content in different sample sets using NIR spectroscopy (spectrum 400–2500 nm)

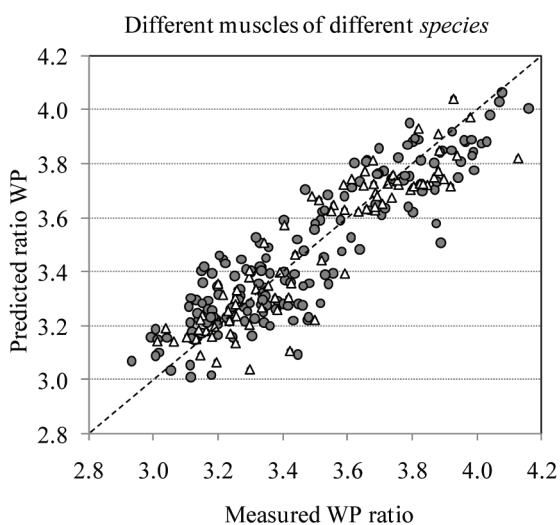
Slika 3. Određivanje sadržaja vode u različitim setovima uzoraka korišćenjem bliske infracrvene spektroskopije (NIR) (spektar 400–2500 nm)



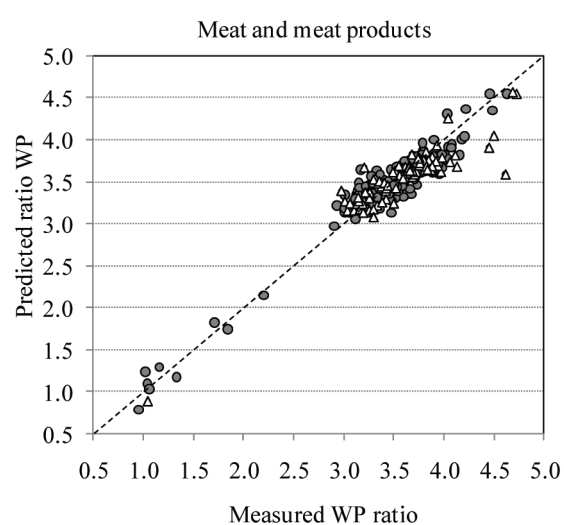
PLS=6	n	R ²	se	RPD
Calibration	52	0.77	0.08	2.1
Prediction	24	0.50	0.10	1.4



PLS=9	n	R ²	se	RPD
Calibration	107	0.93	0.07	4.0
Prediction	50	0.91	0.09	3.1



PLS=7	n	R ²	se	RPD
Calibration	171	0.82	0.13	2.3
Prediction	82	0.84	0.11	2.5



PLS=7	n	R ²	se	RPD
Calibration	196	0.92	0.16	3.7
Prediction	94	0.81	0.20	2.3

• calibration/kalibracija; Δ prediction/određivanje; ----- fictive line/fiktivna linija (x = y);

LD – *longissimus dorsi* muscle/mišić *longissimus dorsi*; WP ratio – water-to-protein ratio/VP – odnos vode i proteina; PLS – number of PLS factors used to develop calibration model/broj PLS faktora korišćenih za razvoj modela kalibracije; se – standard error/standardna greška; R² – coefficient of determination/koeficijent determinacije; RPD – residual predictive deviation (the ratio between standard deviation of the reference data and standard error)/rezidualno odstupanje (odnos između standardne devijacije referentnih podataka i standardne greške)

Figure 4. Prediction of WP ratio in different sample sets using NIR spectroscopy (spectrum 400–2500 nm)

Slika 4. Određivanje odnosa vode i proteina u različitim setovima uzoraka korišćenjem bliske infracrvene spektroskopije (NIR) (spektar 400–2500 nm)

solely for meat products ($n=40$, data not shown) gave also very accurate predictions of IMF content ($R^2_p=0.97$, $RPD_p=6.1$).

Prediction of protein content

The results for the prediction of protein content (Figure 2) were acceptable for all sample groups ($R^2_p=0.87-0.96$, $RPD_p=2.7-4.5$) except for the separate set of pig LD muscle samples where the results were completely insufficient. The best ability to predict protein content was observed in the group of different pig muscles ($R^2_p=0.96$, $RPD_p=4.5$). The reason for inability of NIR spectroscopy to predict protein content in pig LD muscle was most likely due to the narrow variation range of protein content within pig LD muscle which was reported also for bovine muscles (Prieto *et al.*, 2006; Ripoll *et al.*, 2008). It may however partly be also due to the method (Kjeldahl method vs. NIR measurement). Namely, protein content was calculated on the assumption that all nitrogen in the sample appears in protein, although a part ($\approx 13\%$, Čandek-Potokar *et al.*, 2002) of nitrogen is in form of non-protein nitrogen. The lack of strong correlations between spectral information and protein content of meat was already noted before. Several authors reported similar results, *i.e.* poor prediction ability of NIR spectroscopy to predict protein or at least inferior prediction results compared to IMF prediction (Tøgersen *et al.*, 1999; Cozzolino and Murray, 2002; Tøgersen *et al.*, 2003; Ripoll *et al.*, 2008; De Marchi *et al.*, 2007). Published reports on the prediction of protein content within LD muscle are rare. We found a study of Chan *et al.* (2002) with moderately better results ($R^2_c=0.69$, $se_p=0.0042$) compared to those obtained in the present study. Ripoll *et al.* (2008) reported basically the same results for beef LD muscle ($R^2_p=0.16$ and $RPD=1.09$) as obtained in our study.

Prediction of water content

The prediction of water content (Figure 3) proved to be highly reliable in all sample groups with R^2_p ranging from 0.89 to 0.96 and RPD_p over 3.2. The best ability to predict water content was observed with common model for meat and meat products ($R^2_p=0.96$, $RPD_p=5.0$). We can observe very accurate predictions also in case of extreme water contents especially very low content ($<40\%$; mainly in meat products). The ability of NIR spectroscopy to predict water was very similar as in case of IMF content prediction. In meat, the content of water is the inverse proportion with IMF content which was predicted very well. For this reason good prediction results in case of water content were expected. On the other hand proteins are the most constant consti-

tuent of meat which is associated with narrow variation range (especially in case of single muscle) and thus with lower prediction ability compared to water and IMF content. The results for the prediction of water (or dry matter) that can be found in the literature vary from very good (Tøgersen *et al.*, 2003; Viljoen *et al.*, 2005; Ortiz-Somovilla *et al.*, 2007; Viljoen *et al.*, 2007; Gaitán-Jurado *et al.*, 2008; Collell *et al.*, 2010) to moderate (Cozzolino *et al.*, 2000; Cozzolino and Murray, 2002; Andrés *et al.*, 2007) and even deficient (Abeni and Bergoglio, 2001; Cozzolino *et al.*, 2002).

Prediction of WP ratio

The predictions of WP ratio (Figure 4) using NIR spectroscopy in different sample groups were moderate to acceptable with R^2_p ranging from 0.50 to 0.91 and RPD_p between 1.4 and 3.1. Due to deficient ability of NIR spectroscopy to predict protein content in separate set of pig LD muscle samples the results were poor also in case of prediction of WP ratio within LD muscle. Reliable prediction results (*i.e.* where RPD exceeds three) were obtained only for the group of different pig muscles ($R^2_p=0.91$, $RPD_p=3.1$). WP ratio has practical importance as an indicator of technological quality, since water (60%) is bound to proteins in meat. The ability of meat to retain water is an important property in most processed meat products. Namely, the loss of water from meat can significantly affect the sensory quality (and also with this the weight). WP ratio is especially associated with the losses of water during cooking. Negative relationship between WP ratio and cooking losses has been suggested by Monin *et al.* (1986). The water is probably lost due to heat induced protein denaturation during cooking of the meat, which causes less water to be entrapped within the protein structures held by capillary forces. No example/attempt of predicting WP ratio using NIR spectroscopy was found in the literature.

General discussion

In the literature there are numerous papers testing NIR spectroscopy for the prediction of raw meat chemical composition (for review see Prieto *et al.*, 2009). Interestingly, there are only a small number of studies on meat products (Ortiz-Somovilla *et al.*, 2007; Gaitán-Jurado *et al.*, 2008; González-Martín *et al.*, 2009; Collell *et al.*, 2010). In general, our study revealed very good or even better results compared to many literature reports (Tøgersen *et al.*, 1999; Brøndum *et al.*, 2000; Rødbotten *et al.*, 2000; Alomar *et al.*, 2003; Hoving-Bolink *et al.*,

2005; Barlocco *et al.*, 2006; Savenije *et al.*, 2006). The results of recently published studies show for the most part very good prediction ability of NIR spectroscopy to predict chemical composition (Berzaghi *et al.*, 2005; Viljoen *et al.*, 2005; Prieto *et al.*, 2006; De Marchi *et al.*, 2007; Viljoen *et al.*, 2007; Ortiz-Somovilla *et al.*, 2007; Gaitán-Jurado *et al.*, 2008). The originality of the present paper relates to the extensive mixed sample set of different raw meats and meat products. Contrary to our experiment, most of the published studies were carried out on more uniform sample material such as one meat product (Ortiz-Somovilla *et al.*, 2007; Gaitán-Jurado *et al.*, 2008), meat of one species (Brøndum *et al.*, 2000; Hoving-Bolink *et al.*, 2005) or even only one muscle (Rødbotten *et al.*, 2000; Savenije *et al.*, 2006; Ripoll *et al.*, 2008). In our study very reliable results were obtained for all main chemical constituents in most of the sample groups (exceptions being water and especially protein content in pig LD muscle) which is of special importance especially if heterogeneity of samples in the applied groups is considered. There were some studies comparing different samples groups. Tøgersen *et al.*

(2003) studied prediction of fat, protein and water of pork and beef batches by NIR spectroscopy. Their findings showed no important differences in the results of prediction between combined set of samples and separate sets of pork and beef which agrees with our results. According to the results obtained in the present study we can recommend the use of different models for different purposes. For the specific use (e.g. prediction of IMF content for selection purposes in pigs) within muscle model would be more suitable but only in case of sufficient variation range.

Conclusions

In the present study, NIR spectroscopy proved to be highly reliable for the prediction of the content of all studied chemical constituents (IMF, water, protein and WP ratio) within single muscle and combined groups of different meats and meat products. The exception was the prediction of protein content and consequently WP ratio in a separate sample set of pig LD muscle which was probably due to narrow variation range of protein content.

References

- Abeni F., Bergoglio G., 2001. Characterization of different strains of broiler chicken by carcass measurements, chemical and physical parameters and NIRS on breast muscle. *Meat Science*, 57, 133–137.
- Alomar D., Gallo C., Castañeda M., Fuchslocher R., 2003. Chemical and discriminant analysis of bovine meat by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Meat Science*, 63, 441–450.
- Andrés S., Murray I., Navajas E. A., Fisher A. V., Lambe N. R., Bünger L., 2007. Prediction of sensory characteristics of lamb meat samples by near infrared reflectance spectroscopy. *Meat Science*, 76, 509–516.
- Andrés S., Silva A., Soares-Pereira A. L., Martins C., Bruno-Soares A. M., Murray I., 2008. The use of visible and near infrared reflectance spectroscopy to predict beef *M. longissimus thoracis et lumborum* quality attributes. *Meat Science*, 78, 217–224.
- Barlocco N., Vadell A., Ballesteros F., Galiotta G., Cozzolino D., 2006. Predicting intramuscular fat, moisture and Warner-Bratzler shear force in pork muscle using near infrared reflectance spectroscopy. *Animal Science*, 82, 111–116.
- Berzaghi P., Dalle Zotte A., Jansson L. M., Andrighetto I., 2005. Near-infrared reflectance spectroscopy as a method to predict chemical composition of breast meat and discriminate between different n-3 feeding sources. *Poultry Science*, 84, 128–136.
- Brøndum J., Munck L., Henckel P., Karlsson A., Tornberg E., Engelsen S. B., 2000. Prediction of water-holding capacity and composition of porcine meat by comparative spectroscopy. *Meat Science*, 55, 177–185.
- Chan D. E., Walker P. N., Mills E. W., 2002. Prediction of pork quality characteristics using visible and near-infrared spectroscopy. *Transactions of the ASABE*, 45, 1519–1527.
- Collell C., Gou P., Picouet P., Arnau J., Comaposada J., 2010. Feasibility of near-infrared spectroscopy to predict a_w and moisture and NaCl contents of fermented pork sausages. *Meat Science*, 85, 325–330.
- Cozzolino D., Murray I., Scaife J. R., Paterson R., 2000. Study of dissected lamb muscles by visible and near infrared reflectance spectroscopy for composition assessment. *Animal Science*, 70, 417–423.
- Cozzolino D., De Mattos D., Martins V., 2002. Visible/near infrared reflectance spectroscopy for predicting composition and tracing system of production of beef muscle. *Animal Science*, 74, 477–484.
- Cozzolino D., Murray I., 2002. Effect of samples presentation and animal muscle species on the analysis of meat by near infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 10, 37–44.
- Čandek-Potokar M., Monin G., Zlender B., 2002. Pork quality, processing, and sensory characteristics of dry-cured hams as influenced by Duroc crossing and sex. *Journal of Animal Science*, 80, 988–996.
- De Marchi M., Berzaghi P., Boukha A., Mirisola M., Gallo L., 2007. Use of near infrared spectroscopy for assessment of beef quality traits. *Italian Journal of Animal Science*, 6, 421–423.
- Gaitán-Jurado A. J., Ortiz-Somovilla V., España-España F., Pérez-Aparicio J., De Pedro-Sanz E. J., 2008. Quantitative analysis of pork dry-cured sausages to quality control by NIR spectroscopy. *Meat Science*, 78, 391–399.
- González-Martín M. I., Bermejo C. F., Hernández Hierro J. M., Sánchez González C. I., 2009. Determination of hydroxyproline in cured pork sausages and dry cured beef products by NIRS technology employing a fibre-optic probe. *Food Control*, 20, 52–755.
- Hoving-Bolink A. H., Vedder H. W., Merks J. W. M., de Klein W. J. H., Reimert H. G. M., Frankhuizen R., van den Broek W. H. A. M., Lambooj en E., 2005. Perspective of NIRS measurements early post mortem for prediction of pork quality. *Meat Science*, 69, 417–423.

- ISO 1443.** Meat and meat products – Determination of total fat content. 2001: 2 p.
- ISO 5983–2.** Animal feeding stuffs – Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content. 2005: 13 pages.
- ISO 6496.** Animal feeding stuffs – Determination of moisture and other volatile matter content. 1999: 7 pages.
- Kennedy C. A., Shelford J. A., Williams P. C., 1996.** Near infrared spectroscopic analysis of intact grass silage and fresh grass for dry matter, crude protein and acid detergent fiber, in: Near infrared spectroscopy: the future waves. Davies A. M. C., Williams P., Ed. NIR Publications. Chichester, 524–530.
- Monin G., Talmant A., Laborde D., Zabari M., Sellier P., 1986.** Compositional and enzymatic characteristics of the *Longissimus Dorsi* muscle from large white, halothane-positive and halothane-negative Pietrain, and Hampshire pigs. Meat Science, 16, 307–316.
- Ortiz-Somovilla V., España-España F., Gaitán-Jurado A. J., Pérez-Aparicio J., De Pedro-Sanz E. J., 2007.** Proximate analysis of homogenized and minced mass of pork sausages by NIRS. Food Chemistry, 101, 1031–1040.
- Prevolnik M., Čandek-Potokar M., Škorjanc D., 2004.** Ability of NIR spectroscopy to predict meat chemical composition and quality: a review. Czech Journal of Animal Science, 49, 500–510.
- Prevolnik M., Čandek-Potokar M., Škorjanc D., Velikonja-Bolta Š., Škrlep M., Žnidaršič T., Babnik D., 2005.** Predicting intramuscular fat content in pork and beef by near infrared spectroscopy. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 13, 77–85.
- Prieto N., Andrés S., Giráldez F. J., Mantecón A. R., Lavín P., 2006.** Potential use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) for the estimation of chemical composition of oxen mat samples. Meat Science, 74, 487–496.
- Prieto N., Andrés S., Giráldez F. J., Mantecón A. R., Lavín P., 2008.** Ability of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to estimate physical parameters of adult steers (oxen) and young cattle meat samples. Meat Science, 79, 692–699.
- Prieto N., Roehe R., Lavín P., Batten G., Andrés S., 2009.** Application of near infrared reflectance spectroscopy to predict meat and meat products quality: A review. Meat Science, 83, 175–186.
- Ripoll G., Albertí P., Panea B., Olleta J. L., Sañudo C., 2008.** Near-infrared reflectance spectroscopy for predicting chemical, instrumental and sensory quality of beef. Meat Science, 80, 697–702.
- Rødbotten R., Nilsen B. N., Hildrum I., 2000.** Prediction of beef quality attributes from early post mortem near infrared reflectance spectra. Food Chemistry, 69, 427–436.
- Savenije B., Geesink G. H., van der Palen J. G. P., Hemke G., 2006.** Prediction of pork quality using visible/near-infrared reflectance spectroscopy. Meat Science, 73, 181–184.
- SIST EN ISO/IEC 17025,** General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. 2005: 38 pages.
- Tøgersen G., Isaksson T., Nilsen B. N., Bakker E. A., Hildrum K. I., 1999.** On-line NIR analysis of fat, water and protein in industrial scale ground meat batches. Meat Science, 51, 97–102.
- Tøgersen G., Arnesen J. F., Nilsen B. N., Hildrum K. I., 2003.** On - line prediction of chemical composition of semi-frozen ground beef by non-invasive NIR spectroscopy. Meat Science, 63, 515–523.
- Viljoen M., Hoffman L. C., Brand T. S., 2005.** Prediction of the chemical composition of freeze dried ostrich meat with near infrared reflectance spectroscopy. Meat Science, 69, 2, 255–261.
- Viljoen M., Hoffman L. C., Brand T. S., 2007.** Prediction of the chemical composition of mutton with near infrared reflectance spectroscopy. Small Ruminant Research, 69, 1–3, 88–94.
- Windham W. R., Lawrence K. C., Feldner P. W., 2003.** Prediction of fat content in poultry meat by near-infrared transmission analysis. Journal of Applied Poultry Research, 12, 69–73.

Primena bliske infracrvene spektroskopije u određivanju hemijskog sastava mesa i proizvoda od mesa

Prevolnik Maja, Škrlep Martin, Škorjanc Dejan, Čandek-Potokar Marjeta

Rezime: Bliska infracrvena spektroskopija je ocenjivana kao instrument za određivanje glavnih hemijskih sastojaka (intramuskularna mast, protein, sadržaj vode, odnos vode i proteina) različitih vrsta svežeg mesa i proizvoda od mesa. Uzorci mesa i proizvoda od mesa ($n = 294$) su podijeljeni u četiri grupe: 1) mišić *longissimus dorsi* svinja, 2) različiti mišići svinja, 3) različiti mišići od različitih životinjskih vrsta i 4) meso i proizvodi od mesa. Kvalitet razvijenih modela je ocenjivan korišćenjem koeficijenta determinacije kalibracije (R^2_c) i određivanja (R^2_p), standardne greške kalibracije (se_c) i određivanja (se_p), kao i RPD-a (odnos između standardne devijacije referentnih podataka i se_p). Pripremljen je odvojeni model za uzorke mišića *longissimus dorsi* svinja, kao i nekoliko kombinovanih modela za različite vrste mesa i proizvoda od mesa. Najbolji rezultati u određivanju su dobijeni za sadržaj intramuskularne masti ($R^2_p = 0,94-0,99$; RPD = 4,1–10,1), a zatim za sadržaj vode ($R^2_p = 0,67-0,96$; RPD = 1,2–5,0). Određivanje sadržaja proteina je takođe bilo dobro ($R^2_p = 0,87-0,96$; RPD = 2,7–4,5), osim u slučaju odvojenog seta uzoraka mišića *longissimus dorsi* svinja, što je verovatno zbog malog intervala varijacije. Odnos vode i proteina je određivan sa zadovoljavajućom tačnošću ($R^2_p = 0,50-0,91$; RPD = 1,4–3,1). Razvijeni modeli su dokazali izuzetnu sposobnost bliske infracrvene spektroskopije u određivanju hemijskog sastava svežih mesa i proizvoda od mesa, prema tome potencijalno mogu da zamene postojeću konvencionalnu hemiju.

Ključne reči: hemijski sastav, meso, proizvodi od mesa, bliska infracrvena spektroskopija.

Paper received: 6.07.2010.

Paper accepted: 9.08.2010.

Evaluation of the ostrich carcass reared and slaughtered in Macedonia

Naseva Dijana¹, Pejkovski Zlatko², Lilić Slobodan³

Abstract: The examinations were conducted on 12 ostriches of Black-Neck African breed, reared in Macedonia and slaughtered at the age of 12 to 14 months. Following items were examined: live weight, slaughtered weight, weight of by-products, dressing percentage, loss of weight after chilling, some linear measurements of the carcass, mass of the basic parts of the carcass and the content of meat and bones in the basic parts of the carcass. It was established that the average live weight of ostriches was 103.72 kg, slaughtered weight 51.33 kg and dressing percentage 49.49%. The participation of separate by-products in live weight of ostrich was: head 0.70%, skin 8.19%, legs 3.93%, liver 1.48%, lungs 0.57%, heart 0.97%, full gizzard 8.46%, empty gizzard 4.39%, full intestines 10.96%, oesophagus and trachea 0.46% and abdominal fat 4.23%.

Carcass length (clavicula - os pubis) was 74.92 cm and thigh length (os pubis - tibia-tarsus ankle) 76.92 cm, circumference of thigh 62.83 cm and the length of the neck was 81.33 cm. Carcass length (clavicula - os pubis) was 74.92 cm and thigh length (os pubis - tibia-tarsus ankle) 76.92 cm, circumference of thigh 62.83 cm and the length of the neck was 81.33 cm. In the slaughtered weight thighs participated with 31.19%, back 49.78%, breasts 15.04% and neck 3.99%. The thighs contained 24.12% meat and 7.05% bones from the slaughtered weight, back contained 41.63% meat and 8.14% bones, breasts 4.75% meat and 10.29% bones. The thigh contained 77.39% meat and 22.61% bone, back - 83.64% meat and 16.36% bones and breasts 31.61% meat and 68.39% bones. Ostrich carcass contained 70.50% meat and 25.48% bones (without meat and bones from the neck).

Key words: ostrich, dressing percentage, by-products.

Introduction

Ostrich (*Struthio camelus*, L.) is the largest and heaviest bird in the world and lays the largest eggs in comparison with the other birds. Its height is more than 2.7 m, and the weight can exceed 150 kg (Cramp *et al.*, 1977). Considering the rudimentary shape of its wings and feathers, the ostrich cannot fly, although its ancestors were capable of flying. Regarding the fact that ostriches cannot fly, they spend their life in walking and running when threatened, and therefore they can achieve speed of 60-70 km/h (Cramp *et al.*, 1977; Alexander *et al.*, 1979).

The ostrich production in the Republic of Macedonia is not sufficiently developed and there are no researches interested in this topic. In the countries with developed ostrich production (South Africa, USA, Canada, Israel, Australia, China, France), greater attention is paid to this branch of animal husbandry, but the maximal experience in rearing of these birds is not reached yet. At the XII World Ostrich

Congress, held in October 2005 in Madrid, an average estimation of the number of ostriches reared in the countries of the world is made. According to the rough estimation, 350 000 birds were slaughtered in 2005. South Africa dominates with 43% i.e. 150 000 birds that were slaughtered, the next is China with 50 000, Zimbabwe with 20 000, Brazil, USA and Israel with 10 000 birds, Hungary with 8 000, Spain with 7 000, Philippines with 5 000 (Carbajo, 2006).

Obtaining ostrich meat is of great importance. Here, as in the other branches of the industry, the quality of the final product has influence over the effectiveness of the production and the quality of products. Therefore, effective methods should be used in the processing of ostrich meat (Dragoev, 2004).

Considering that rearing of ostriches is a new animal husbandry branch in the Republic of Macedonia, researches about ostriches have not been performed yet, and within world frameworks the yield and quality of ostrich meat have not been stu-

¹"Goce Delcev" University - Stip, Faculty of Agriculture, Street Krste Misirkov bb, 2000 Stip, Macedonia;

²"St Cyril and Methodius" University - Skopje, Faculty of agricultural sciences and food - Skopje, Boulevard Aleksandar Makedonski bb, 1000 Skopje, Macedonia;

³Institute of Meat Hygiene and Technology, Kačanskog 13, 11 000 Belgrade, Republic of Serbia.

died so far. Therefore, the aim of this paper was to examine:

- Live weight, carcass yield, weight of by-products, dressing percentage and weight loss after chilling,
- Share of some parts and organs in the live weight and carcass,
- Linear measurements of carcass;
- Share of meat and bones in some parts and whole carcass.

Material and methods

The experimental examinations were performed on twelve ostriches (African Black Neck ostrich) reared on the farms of the Republic of Macedonia.

The age of ostriches was between 12-14 months. This is generally accepted age for slaughtering of this race, as a period when the best meat is obtained in regard to the quality and quantity. The ostriches were fed with feed mixture, that regarding the previous experience of those who reared ostriches in the Republic of Macedonia, has proven to be the best one. The composition of the mixture was 40% alfalfa, 60% cereals (maize, barley, soya, sunflower meal and bran) salt, chalk and vitamins.

Ostriches received minimal amount of food and water 24 hours before slaughtering.

The slaughtering and primary processing of ostriches were performed on adapted slaughtering line for ostriches in slaughterhouse with cold storage "Zi-Va" Joint Stock Company Stip, the unique slaughterhouse in Macedonia that has certificate for slaughtering of ostriches. Firstly, measuring of the live weight of ostriches was performed. Ostriches were stunned by blow to the head using a hard object. Afterwards, the birds were hanged on hanging conveyor and slaughtered by removing their heads. Feathers were manually removed and collected in paper bags; legs were removed at the point of tibio-tarsal joint and skin was removed as well. Evisceration was performed in hanging position of the bird. Carcass, feather, skin, liver, heart, emptied stomach, full intestines, lung, throat, wind pipe and suet were measured by digital scale.

Carcasses were chilled at the temperature 0-1°C for 24 hours, and measured after chilling. The loss of weight after chilling was calculated as difference between pre slaughter and post slaughter weights.

The dressing percentage was calculated as a ratio between slaughter and live weight of ostriches. Based on the ratio of live and slaughter weight of ostriches before and after chilling of carcasses, the following parameters were calculated: dressing percen-

tage of warm carcass without head and internal organs and dressing percentage of chilled carcass without head and internal organs.

Carcasses were cut into two halves/sides and the following linear measurements were taken on the right halves:

- Length of carcass: from collar-bone (clavicle) to pubis (*os pubis*) from the internal part of the half;
- Length of thigh: from pubis (*os pubis*) to tibial-tarsal joint;
- Thigh size in the thickest part;
- Length of neck: from atlas to the last cervical vertebra.

Weights of main parts (thigh, back and thorax) were measured after cutting.

Results and discussion

Live weight, carcass weight (after evisceration and chilling), dressing percentage (warm and chilled) and weight losses after chilling are shown in Table 1. Average live weight of black-neck ostrich (103.72 kg) reared in Macedonia was higher than live weight of ostriches reared in Texas, Louisiana, Oklahoma and Indiana that had average 95.54 kg (Morris *et al.*, 1995). The average was obtained for 14 ostriches in the age from 10 to 14 months. Average weight of 25 ostricha which were examined by Pollok *et al.*, (1997) reared in Texas, was 99.73 kg in the age of 10 to 14 months. According to Kreibich and Sommer (1994), live weight of ostriches at the age of 14 months was 105 to 125 kg.

Slaughter weight before chilling was 52.93 kg and after chilling 51.33 kg. Examinations of Morris *et al.* (1995) showed slaughter weight of warm carcass of 55.91 kg, and of chilled carcass 54.57 kg, which is higher than this result, and according to Pollok *et al.* (1997), lower results were obtained, i.e. the weight of carcasses before chilling of 48.82 kg, and the weight of chilled carcass of 47.55 kg. Loss of weight after chilling in these examinations was 1.59 kg or 3.04% which is by 0.25 kg higher than the loss of weight after chilling reported in the results of Morris *et al.* (1995) and 0.32 kg higher than loss of weight under chilling reported by Pollok *et al.* (1997).

Dressing percentage of ostriches, established in these examinations was 51.03% of warm carcass, i.e. 49.39% of chilled carcass. These values are close to those (51%) established by Balog and Almeida (2007) and Pollok *et al.* (1997), and slightly higher than the findings (58.6%) of Morris *et al.* (1995).

Table 1. Live weight, slaughter weight, carcass yield and losses of weight after chilling
Tabela 1. Telesna masa, masa nakon klanja randman i kalo/gubitak mase nakon hlađenja

Examined parameters/Ispitivani parametri	X	Sd	Cv
Live weight/Telesna masa, kg	103.72	9.22	8.89
Slaughter weight/ Masa nakon klanja, kg	52.93	6.01	11.36
Slaughter weight chilled/Masa ohlađenog trupa, kg	51.33	5.93	11.56
Losses of weight after chilling/ Gubitak mase nakon hlađenja	kg	1.59	18.41
	%	3.04	17.99
Dressing percentage of warm carcass/ Randman toplog trupa %	51.03	3.05	5.98
Dressing percentage of chilled carcass/ Randman ohlađenog trupa %	49.49	2.99	6.07

The differences in dressing percentage are the result of the age and nutrition of ostriches and of the period of starving before slaughtering as well.

Appropriate values were obtained for the weight of accompanying products, which are shown in the table 2 (expressed in kilos) and table 3 (in%).

Table 2. Accompanying products of ostriches in kg
Tabela 2. Prateći/sekundarni proizvodi nojeva u kg

Examined parameters/Ispitivani parametri	X	Sd	Cv
Feathers/Perje*	5.93	1.36	22.85
Head/Glava	0.72	0.13	17.70
Skin/Koža	8.51	1.46	17.19
Legs/Noge	4.06	0.29	7.27
Liver/Jetra	1.53	0.19	11.66
Heart/Srce	1.01	0.12	12.21
Full stomach/Pun stomak	8.77	1.05	11.94
Empty stomach/Prazan stomak	4.55	0.59	13.16
Full intestines/Puna creva	11.32	1.0796	9.536
Lung/Pluća	0.58	0.07	12.104
Oesophagus + wind pipe/Jednjak i traheja	0.47	0.075	15.87
Suet/Salo, mast	4.43	2.33	52.57
Other/Ostalo	3.46	0.34	9.73

* Feathers + cloacae + end parts of the wings/Perje + kloaka + krajevi krila

Table 3. Shares of accompanying products in the live-weight of ostriches, in%
Tabela 3. Udeli pratećih proizvoda u telesnoj masi nojeva,%

Examined parameters/Ispitivani parametri	X	Sd	Cv
Feathers/Perje*	5.72	1.37	23.95
Head/Glava	0.69	0.09	13.14
Skin/Koža	8.20	1.16	14.16
Legs/Noge	3.91	0.39	9.81
Liver/Jetra	1.48	0.19	12.92
Heart/Srce	0.97	0.12	11.02
Full stomach/Pun stomak	8.46	0.66	7.75
Empty stomach/Prazan stomak	4.39	0.39	9.07
Full intestines/Puna creva	10.91	1.106	10.09
Lung/Pluća	0.56	0.09	16.02
Oesophagus + wind pipe/Jednjak i traheja	0.45	0.06	13.64
Suet/Salo, mast	4.27	1.99	47.15
Other/Ostalo	3.34	0.29	8.65

* Feathers + cloacae + end parts of the wings/Perje + kloaka + krajevi krila.

With quantitative estimation, the following points were established: the ostriches' carcass and the weight of accompanying products (feathers, head, skin, legs, liver, heart, full and empty stomach, full intestines, lung, esophagus + wind pipe, suet etc.) Data concerning the weighing of accompanying products show that the average weight of feathers was 5.93 kg (5.72%), the skin - 8.51 kg (8.20%), and the legs cut in the tarsometatarsal joint - 4.06 kg (3.91%). The weight of the head in these researches was 0.72 kg (0.69%). The values obtained for the weight of ostrich heads were very close to those obtained by *Morris et al.*, (1995) – 0.78 kg, i.e. 0.68%, *Pollok et al.*, (1997) – 0.68 kg, i.e. 0.7%. The full stomach in these researches had weight of 8.77 kg, and the empty one of 4.55 kg. The share of full stomach in the live weight was 8.46%, and of the empty one 4.39%. *Morris et al.* (1995) obtained lower values – 5.8 kg, i.e. 6.05%, and the lowest values were obtained by *Pollok et al.* (1997) – 3.14 kg, i.e. 3.1%. According to this research, the weight of full intestines was 11.32 kg or 10.91% which was higher in comparison with the results of *Morris et al.* (1995) – 8.29 kg, i.e. 8.68% and lower in comparison with the results of *Pollok et al.* (1997) – 14.41 kg, i.e. 14.7%. The internal organs that were weighed in this experiment were following: heart, liver, lungs. 1.01 kg or 0.97% was the weight of the heart obtained in this research. According to *Kreibich and Sommer*, (1994) the weight of the heart was 600–700 g, which was by 300–400 g less. According to *Morris et al.* (1995) – 0.94 kg, i.e. 0.99% and according to *Pollok et al.*, (1997) – 0.91 kg, i.e. 0.9% those results were very close to those obtained in this master thesis. The average weight of the liver was 1.53kg or 1.48%. In comparison to the results of *Morris et al.*, (1995) - 1.42kg or 1.49% no great difference could be established, and compared to the results of *Pollok et al.*, (1997) – 1.77 kg, i.e. 1.7% there was a difference of 0.24 kg, i.e. 0.22%, so the liver was heavier compared to this research. The weight of the suet was 4.43 kg or 4.27% which was almost identical in comparison with the results of *Morris et al.*, (1995) – 4.11 kg, i.e. 4.28% and lower in comparison with the results of *Pollok et al.*, (1997) – 5.55 kg, i.e. 5.5%

The average values of the linear measurements were following:

- Average length of the carcass, measured from the internal part of the half, from the last cervical vertebra to the pubis (*os pubis*) amounts 74.92 cm.
- The average length of thigh from pubis (*os pubis*) to tibial-tarsal joint amounts 76.92 cm.
- Thigh size, measured in the thickest part, amounts 62.83 cm in average.
- The neck length, measured from the first to the last cervical vertebra amounts 81.33 cm in average.

The average of the main parts of the carcass is shown in the table 4.

From one ostrich, in average, 70.50% meat and 25.48% bones can be obtained, and therefore the percentage is expressed as proportion of the chilled carcass weight, because the bones were removed 24 hours after chilling. In comparison with the results of *Harris et al.*, (1994), where 64.5% lean meat and 26.9% bones were obtained, we can conclude that in this experiment by 6% more meat and 1.42% less bones were obtained.

The average meat yield of ostriches in Macedonia was 36.20 kg meat or 34.90% of the live weight, which is almost identical to the result of *Harris et al.*, (1994), where 35.7% of lean meat was obtained regarding the live weight. *Cooper* (2001) obtained that meat yield of ostriches was 35 kg of lean meat, which is by 1.2 kg less than the results obtained in this master thesis. The neck weight in this thesis was 2.05 kg or 3.99% which was not very different from the results of *Harris et al.*, (1994), where the share of the neck was 4.33%. The back had the highest meat yield 25.55 kg, i.e. 49.78%. The meat from the back is the softest and the best for consumption, but it contains greater amount of fats in comparison to the thigh meat (16.01 kg, i.e. 31.19%), which is tougher and it is mostly used for production of meat products. Thorax (7.72 kg i.e. 15.04%) contained less meat as a result of the absence of pectoral muscles and the inability to fly.

The content of meat and bones in the main parts of ostriches' carcass is shown in table 5.

Table 4. Main carcass parts of ostriche, in kg

Tabela 4. Osnovni delovi trupa nojeva, kg

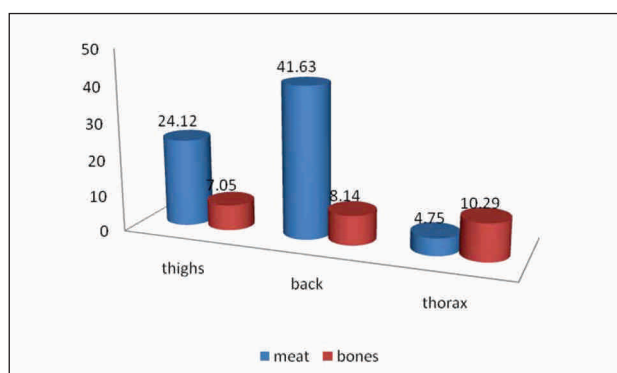
Examined parameters/Ispitivani parametri	X	Sd	Cv
Slaughter weight of chilled carcass/ Masa ohladenog trupa, kg	51.33	5.93	11.56
Neck/Vrat	2.05	0.36	17.48
Thighs/Bataci	16.01	1.88	17.48
Back/Leda	25.55	3.67	14.22
Thorax/Grudi	7.72	0.83	10.43

Table 5. Content/shane of meat and bones in the main carcass parts of ostriches, in kg
Tabela 5. Sadržaj/udeo mesa i kostiju u osnovnim delovima trupa nojeva, kg

Examined parameters/Ispitivani parametri		X	Sd	Cv
Slaughter weight of chilled carcass/ Masa ohlađenog trupa		51.33	5.93	11.56
Thighs/Bataci	Meat/Meso	12.39	0.896	14.49
	Bones/Kosti	3.62	0.23	12.66
Back/Leda	Meat/Meso	21.37	3.233	15.12
	Bones/Kosti	4.18	0.567	13.57
Thorax/Grudi	Meat/Meso	2.44	0.318	13.07
	Bones/Kosti	5.28	0.54	10.14

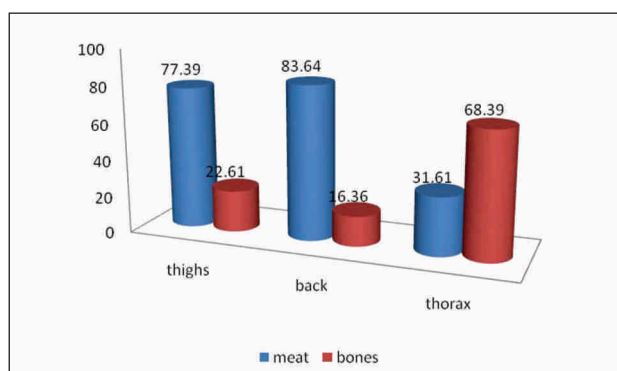
The share of meat and bones in the slaughter weight is graphically shown in chart 1.

The best meat bone ratio was established in the back (83.64% versus 16.36%), followed by thigh (77.33% versus 22.61%), thorax contained more bones than meat (68.39% bones, 31.61% meat). These ratios are graphically shown in the chart 2.



Graph 1. Participation of main carcass parts in the slaughter weight of ostriches, in%

Grafikon 1. Udeli osnovnih delova trupa u masi nakon klanja, %



Graph 2. Participation of meat and bones in the main carcass parts of ostriches, in%

Grafikon 2. Udeo mesa i kostiju u osnovnim delovima trupa, %

Conclusion

On the basis of the results obtained from the quantitative estimation of carcass, i.e. the slaughter weight of ostriches (live weight, slaughter weight, dressing percentage, loss of weight under chilling, yield of secondary products, weight and tissue composition of the main parts of carcass), the following conclusions can be made:

1. The average live weight of ostriches from the African Black-Neck ostrich breed, slaughtered in the age of 12-14 months, was 103.72 kg. The slaughter weight of warm carcass was 52.93 kg, and of chilled one 51.33 kg. The loss of weight under chilling was 3.04%, and dressing percentage of warm carcass was 51.03% and of chilled carcass 49.49%.

2. The weights of secondary products of ostriches were following: feathers, together with cloacae and end parts of wings 5.93 kg, skin 8.51 kg, head 0.72 kg, legs 4.06 kg, liver 1.53 kg, heart 1.01 kg, full stomach 8.77 kg, empty stomach 4.55 kg, full intestines 11.32 kg, lung 0.58 kg, oesophagus with wind-pipe 0.47 kg and suet 4.43 kg. The weights of secondary products, expressed as the percentage of the live-weight, were following: feathers with cloacae and end parts of the wings 5.72%, skin 8.20%, head 0.69%, legs 3.91%, liver 1.48%, heart 0.97%, full stomach 8.46%, empty stomach 4.39%, full intestines 10.91%, lung 0.56%, esophagus with wind-pipe 0.45% and suet 4.27%.

3. The length of carcass was 74.92 cm, the neck - 81.33 cm, the thigh - 76.92 cm and the thigh size was 62.83 cm.

4. The weight of the neck was 2.05 kg, the thighs weighed 16.01 kg, the back - 25.55 kg and the thorax - 7.72 kg. Their shares expressed as the percentage in the slaughter weight of chilled carcass were: neck 3.99, thighs 31.19, back 49.78 and thorax 15.04%.

5. The carcass of ostrich contained 70.50% meat and 25.48% bones. The thigh contained 77.39% meat and 22.61% bones, the back contained 83.64%

meat and 16.36% bones, the thorax contained 31.61% meat and 68.39% bones.

6. The muscle tissue of the ostrich thigh contained: water 74.52%, albumen 22.62%, fats 0.34%, and minerals 1.22%. The meat from the thigh of

broilers contains: 75.58% water, 17.57% albumen, 5.2% fats and 0.91% minerals. The beef meat (*m. longissimus dorsi*) contains: water 74.21%, albumen 21.22%, fats 1.89% and minerals 1.09%.

References

- Alexander R. M., Maloiy G. M. O., Njau R., Jayes A. S., 1979. Mechanics of running of the ostrich (*Struthio camelus*). Journal of Zoology, London 187, 169 – 178.
- Balog A., Almeida P., 2007. Ostrich (*Struthio Camelus*) Carcass Yield and Meat Quality Parameters. Brazilian Journal of Poultry Science, 9, 4, 215 – 220.
- Carbajo E., 2006. Ostrich production to mature. World poultry, 22, 8, 24, Deeming D.C., 1999. The Ostrich: Biology, Production and health, CAB International, Wallingford ISBN 0 – 85199 – 350 – 8.
- Cooper R.G., 2001. Nutritive value of ostrich meat, World Poultry, 17, 8, 42 – 43.
- Cramp S., Simmons K. E. L., Ferguson – Lees I. J., Gilmor R., Hollom P.A.D., Hudson R., Nicholson E. M., Ogilvie M. A., Olney P. J. S., Voous K. H., Wattel J., 1977. Order Struthioniformes. In: Handbook of the birds of Europe, The Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic, 1, Ostrich to Ducks. Oxford University Press, Oxford, 37 – 41.
- Драгоев С. Г., 2004. „Развитие на технологията в месната и рибната промишленост“. Академично издателство на УХТ – Пловдив, 249 – 256.
- Harris S. D., Morris C. A., Jackson T. C., May S. G., Lucia L. M., Hale D. S., Miller R. K., Keeton J. T., Savell J.W., Acuff G. R., 1994. Ostrich Meat Industry Development, Report to American Ostrich Association from Texas Agricultural Extension Service.
- Kreibich A., Sommer M., 1994. Strausenhaltung, Landwirtschaftsverlag GmbH, Munster – Hiltrup, 2. Auflage.
- Morris C. A., Harris S. D., May S. G., Jackson T. C., Hale D. S., Miller R. K., Keeton J. T., Acuff G. R., Lucia L. M., Savell J. W., 1995. Ostrich slaughter and fabrication. 2. Carcass weights fabrication yields, and muscle color evaluation. Poultry Science 74, 1688 – 1692.
- Pollok K. D., Hale D. S., Miller R. K., Angel R., Blue – McLendon A., Baltmanis B., Keeton J.T., 1997. Ostrich slaughter and by – product yields. American ostrich, April, 31 – 35.

Ocena trupova nojeva proizvedenih u Makedoniji

Naseva Dijana, Pejkovski Zlatko, Lilić Slobodan

Rezime: Ispitivanja su izvedena na 12 crnovratih afričkih nojeva koji su odgajeni u Makedoniji, zaklanih u uzrastu od 12 do 14 meseci. Ispitivani su sledeći parametri: telesna masa, masa nakon klanja, masa sporednih proizvoda, prinos trupova, gubitak mase posle hlađenja, neke linearne mere trupa, masa osnovnih delova i udeo mesa i kostiju u osnovnim delovima trupa. Prosečna telesna masa nojeva bila je od 103,72 kg, masa nakon klanja od 51,33 kg i prinos trupova od 49,49%. Udeo sporednih proizvoda u telesnoj masi nojeva je bio sledeći: glava 0,70%, koža 8,19%, noge 3,93%, jetra 1,48%, pluća 0,57%, srce 0,97%, pun mišićni želudac 8,46%, prazan mišićni želudac 4,39%, puna creva 10,96%, jednjak i traheja 0,46% i abdominalno masno tkivo 4,23%.

Dužina trupa (clavicula – os pubis) je bila 74,92 cm, a dužina bataka (os pubis – tibio torzalni zglobovi) 76,92 cm, obim bataka 62,83 cm i dužina vrata 81,33 cm. Udeo bataka u masi trupa nakon klanja je bio 31,19%, leđa 49,78%, grudi 15,04% i vrata 3,99%. Udeo mesa i kostiju bataka u masi trupa nakon klanja je bio 24,12% i 7,05%, respektivno, leđa 41,63% mesa i 8,14% kostiju, grudi 4,75% mesa i 10,29% kostiju. Udeo mesa u batakama bio je 77,39%, a kostiju 22,61%, udeo mesa u leđima – 83,64% mesa, a kostiju 16,36% i udeo mesa u grudima 31,61% mesa, a kostiju 68,39%. Trupovi nojeva su sadržavali 70,50%

Ključne reči: noj, randman, sporedni proizvodi.

Paper received: 10.11.2010.

Paper accepted: 6.12.2010.

Mikrobiološki status trupova junadi na liniji klanja*

Lilić Slobodan¹, Borović Branka¹, Velebit Branko¹, Lakićević Brankica¹, Baltić Tatjana¹, Rašeta Mladen¹, Spirić Danka¹

S a d r Ź a j: Uredba Evropske unije 2073/2005 propisuje određivanje mikrobiološke kontaminacije trupova, i to ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija kao indikatora higijene (UBB) i bakterije familije *Enterobacteriaceae*, posebno *Salmonella* spp. kao indikatora fekalne kontaminacije. Ovi kriterijumi pružaju informaciju o stepenu zdravstvene ispravnosti i kvalitetu proizvoda. Evropska komisija zahteva od subjekata u poslovanju sa hranom da koriste ove kriterijume prilikom validacija i verifikacija u sklopu provera HACCP sistema. Skidanje kože i evisceracija su operacije identifikovane kao operacije visokog rizika kada je kontaminacija mikroorganizmima u pitanju. Cilj ovog rada bio je da se proceni mikrobiološki status 100 trupova goveda poreklom iz određenih klanica u Srbiji. Brisevi su uzeti nedestruktivnom metodom u skladu sa međunarodnim standardom ISO 18593:2004, dok je ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, bakterija familije *Enterobacteriaceae* i *Salmonella* spp. ispitan prema međunarodnim standardima ISO 4833:2003, ISO 21528-2:2004, odnosno ISO 6579:2002. Rezultati ispitivanja pokazuju da su prosečne vrednosti ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija i *Enterobacteriaceae* bile unutar zadovoljavajućeg opsega ($< 2,80 \log_{10}$ cfu/cm² UBB, odnosno $< 0,80 \log_{10}$ cfu/cm² *Enterobacteriaceae*). U pogledu detekcije prisustva *Salmonella* spp., izolovano je ukupno 5 primoizolata, za koje je naknadnim serološkim ispitivanjima utvrđeno da pripadaju vrsti *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *Typhimurium* (3 izolata), *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *Dublin* (1 izolat) i *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *Infantis* (1 izolat).

Ključne reči: higijena klanja, ukupan broj bakterija, *Enterobacteriaceae*, goveda.

Uvod

Uredba Evropske unije 2073/2005 propisuje određivanje mikrobiološke kontaminacije trupova, i to ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, kao indikatora higijene, i bakterije familije *Enterobacteriaceae*, posebno *Salmonella* spp. kao indikatora fekalne kontaminacije (Zweifel i dr., 2005). U industriji mesa se, uobičajeno, koristi nedestruktivna tehnika uzimanja uzoraka (brisevi) kao praktičnija u odnosu na destruktivnu metodu.

Novije studije predlažu uzimanje briseva abrazivnim materijalima i uzimanje briseva vlažno-suvim postupkom, koji može predstavljati alternativnu tehniku uzimanja uzoraka (Ellerbroek, 2003). Međutim, ova tehnika uzimanja uzoraka mogla bi biti problematična, jer još nije utvrđen faktor konverzije, odnosno nije ustanovljena korelacija između uzimanja uzorka incizijom i uzimanja uzorka brisom.

Zakonske odredbe u Evropskoj uniji koje se odnose na bezbednost hrane, regulišu svaki nivo

lanca ishrane i propisuju posebna pravila za hranu animalnog porekla (Zweifel i dr., 2008).

Mikrobiološkom proverom higijene procesa moguće je da se proceni analiza rizika i da se preduzmu odgovarajuće mere, ukoliko su potrebne (Brown i dr., 2000).

Skidanje kože i evisceracija su operacije identifikovane kao operacije visokog rizika kada je kontaminacija mikroorganizmima u pitanju (Bell, 1997). Tokom skidanja kože, rezovi se obavljaju na skočnom zglobu, butovima, u predelu *linea alba*, grudni, plečke i prednjih nogu. Svaki od ovih rezova može dovesti do prenošenja mikroorganizama sa kože na trup, odnosno na meso (Gill i dr., 1995).

Tokom evisceracije, zaseca se predeo oko anusa, odnosno rektuma i daljom obradom može doći do izlivanja rektalnog sadržaja ili pucanja tankih i debelih creva, što predstavlja dalju mogućnost kontaminacije rebara, plečke i grudni (Gill i dr., 1995).

Prema uredbi Evropske unije 2073/2005, a u okviru sprovođenja HACCP programa, predviđena

*Napomena: Rezultati ispitivanja prikazani u ovom radu deo su istraživanja u okviru projekta „Unapređenje mikrobiološke bezbednosti sirovog goveđeg mesa – ocena izloženosti potrošača za *E. coli* O157:H7 i *Salmonella* spp. i razvoj strategija kontrole“, evidencioni broj 20209.

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

su mikrobiološka ispitivanja higijenskog statusa polutki i higijenskog statusa radnih površina, alata, pribora, opreme i mašina. Uzimanje briseva sa polutki, radnih površina, opreme i alata vrši se u skladu sa *Commission Decision* 2001/471/EC (opozvana), ISO 17604:2003 i ISO 18593:2004.

Cilj ovog rada bio je da se ustanovi mikrobiološka kontaminacija trupova junadi, određivanjem ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija, bakterija familije *Enterobacteriaceae* i bakterija *Salmonella* spp.

Materijal i metode

U cilju utvrđivanja mikrobiološke kontaminacije uzeti su brisevi sa 100 trupova junadi, posle završnog pranja. Uzorkovanje je obavljeno nedestruktivnom metodom sa četiri mesta na trupu (but, potrbušina, grudi, vrat). U uzetim brisevima određen je ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija (\log_{10} cfu/cm²), broj bakterija familije *Enterobacteriaceae* (\log_{10} cfu/cm²) i prisustvo *Salmonella* spp.

Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija određen je metodom ISO 4833:2003. Suvi i vlažni brisevi nalivaju se sa 100 ml MRD-a (*Maximum Recovery Diluent, fiziološki rastvor sa 0,1% peptona*) i inkubiraju pri sobnoj temperaturi 15 min. Iz ove inicijalne suspenzije i niza decimalnih razblaženja uzima se po 1 ml i prenosi u Petri ploče, a zatim se naliva sa 12–15 ml PCA (*Plate Count Agar, hranljivi agar*) i inkubira 48–72 h pri 30°C.

Broj bakterija familije *Enterobacteriaceae* određen je metodom ISO 21528-2:2004. Iz inicijalne suspenzije i niza decimalnih razblaženja uzima se po 1 ml i prenosi u Petri ploče, a zatim dvostruko naliva sa VRBD (*Violet Red Bile Dextrose Agar, ljubičasto-crveni žučni dekstroza agar*) agarom i inkubira 24 h pri 37°C.

Prisustvo *Salmonella* vrsta utvrđeno je u skladu sa metodom ISO 6579:2002. Sunderi se nalivaju sa 225 ml BPW (*Buffered Pepton Water, pufersana peptonska voda*) i inkubiraju 24 h pri 37°C. Nakon inkubacije 0,1 ml se presejava u RVS (*Rappaport Vassiliadis*) bujon i inkubira 24 h pri 41,5°C i 1 ml u MKTTn (*Muller-Kauffmann Tetrathionate-Novobiocin Broth, Muller-Kauffmann tetrathionate-novobiocin bujon*) bujon i inkubira 24 h pri 37°C. Po isteku inkubacije bujonske kulture se presejavaju na BG agar (*Brilliant Green agar, briljantzeleni agar*) i XLD agar (*Xylose Lysine Deoxycholate Agar, ksiloza-lizin-deoksiholat agar*) i inkubiraju 24 h pri 37°C.

Vrednosti dobijenih rezultata, tumačeni su prema tabeli 1, u kojoj su navedeni mikrobiološki kriterijumi koje je propisala *UK Food Standard Agency – Guidance on the implementation of microbiological testing procedures and interpretation of results*.

Rezultati i diskusija

U tabelama 2 i 3 prikazani su rezultati mikrobioloških ispitivanja trupova junadi posle završnog pranja trupova.

Tabela 1. Mikrobiološki kriterijumi

Table 1. Microbiological criteria

Mikrobiološki profil uzoraka/ Microbiological profile of samples	Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija/ Total count of aerobic mesophylic bacteria (\log_{10} cfu/cm ²)	<i>Enterobacteriaceae</i> (\log_{10} cfu/cm ²)
Prihvatljivo/Acceptable	≤ 2,80	≤ 0,80
Granična vrednost/Limit value	< 4,30	< 1,80
Neprihvatljivo/Unacceptable	> 4,30	> 1,80

Tabela 2. Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija

Table 2. Total count of aerobic mesophylic bacteria

	But/Leg	Potrbušina/Belly	Grudi/Chest	Vrat/Neck
M ± Sd, \log_{10} cfu/cm ²	1,91 ± 1,08	1,96 ± 1,04	1,97 ± 0,82	2,10 ± 0,95
Cv, %	56,68	52,94	41,75	45,28
Iv, \log_{10} cfu/cm ²	0,60 – 4,48	0,70 – 4,57	1,00 – 4,40	1,00 – 4,51
Prihvatljivo/Acceptable	82 (0,60 – 1,90)	85 (0,70 – 2,70)	89 (1,00 – 2,00)	84 (1,00 – 2,60)
Zadovoljava/ Satisfactory	12 (3,48 – 4,26)	7 (3,70 – 3,85)	8 (3,60 – 4,26)	13 (3,70 – 4,26)
Neprihvatljivo/ Unacceptable	6 (4,30 – 4,48)	8 (4,30 – 4,57)	3 (4,30 – 4,40)	3 (4,30 – 4,51)

Tabela 3. Broj bakterija porodice *Enterobacteriaceae*
Table 3. *Enterobacteriaceae* count

	But/Leg	Potrbušina/Belly	Grudi/Chest	Vrat/Neck
M ± Sd, log ₁₀ cfu/cm ²	0,66 ± 0,60	0,59 ± 0,36	0,62 ± 0,31	0,58 ± 0,32
Cv, %	91,45	61,33	49,20	55,18
Iv, log ₁₀ cfu/cm ²	ND – 2,70	ND – 2,60	ND – 2,70	ND – 2,00
Prihvatljivo/Acceptable	80 (< 0,78)	89 (< 0,78)	95 (< 0,78)	92 (< 0,78)
Zadovoljava/Satisfactory	16 (1,00 – 1,70)	9 (0,90 – 1,00)	4 (0,95 – 1,00)	7 (1,00 – 1,50)
Neprihvatljivo/Unacceptable	4 (2,00 – 2,70)	2 (2,00 – 2,60)	1 (2,70)	1 (2,00)

Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u brisevima sa buta kretao se u opsegu od 0,60–4,48 log₁₀ cfu/cm², odnosno prosečno 1,91 log₁₀ cfu/cm². Od ukupno uzetih briseva sa buta, 82% bilo je u prihvatljivim granicama (0,6–1,90 log₁₀ cfu/cm²), 12% uzoraka u zadovoljavajućim granicama (3,48–4,26 log₁₀ cfu/cm²), a 6% uzoraka bilo je neprihvatljivo (4,30–4,48 log₁₀ cfu/cm²). U uzorcima briseva potrbušine, ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija iznosio je prosečno 1,96 log₁₀ cfu/cm² (0,7–4,57 log₁₀ cfu/cm²), od čega je 85% uzoraka bilo na prihvatljivom nivou (0,70–2,70 log₁₀ cfu/cm²), 7% na zadovoljavajućem (3,70–3,85 log₁₀ cfu/cm²) i 8% uzoraka na neprihvatljivom nivou (4,30–4,57). Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzetim brisevima grudi iznosio je prosečno 1,97 log₁₀ cfu/cm², odnosno u opsegu 1,00–4,40 log₁₀ cfu/cm². Od ukupnog broja uzoraka, 89% bilo je prihvatljivo (1,00–2,00 log₁₀ cfu/cm²), 8% zadovoljavajuće (3,60–4,26 log₁₀ cfu/cm²), dok 3% uzoraka (4,30–4,40 log₁₀ cfu/cm²) nije zadovoljavalo propisane mikrobiološke kriterijume. Nešto veći ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, utvrđen je u brisevima uzetim sa vrata, prosečno 2,10 log₁₀ cfu/cm² (1,00–4,51 log₁₀ cfu/cm²), u odnosu na briseve uzete sa buta, potrbušine i grudi. Od ukupnog broja uzetih uzoraka, 84% bilo je na prihvatljivom nivou (1,00–2,60 log₁₀ cfu/cm²), 13% na zadovoljavajućem nivou (3,70–4,26 log₁₀ cfu/cm²) i 3% na neprihvatljivom nivou (4,30–4,51 log₁₀ cfu/cm²). Utvrđeni ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, nešto je niži u odnosu na rezultate *Zweifela i dr.* (2005) koji su ispitivali mikrobiološku ispravnost trupova goveda i utvrdili u pet različitih klanica vrednosti koje su se kretale u opsegu od 2,11 do 3,10 log₁₀ cfu/cm². Takođe, *Nastasijević i dr.* (2009) utvrdili su veći prosečan broj ovih bakterija, 2,5 log₁₀ cfu/cm², dok su *Blagojević i dr.* (2010) ustanovili prosečno 1,24 log₁₀ cfu/cm². *Prendergast i dr.* (2004) ispitivali su mikrobiološku kontaminaciju trupova goveda u prepodnevnom i popodnevnom časovima. U prepodnevnom časovima, ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija

iznosio je 2,56, a u popodnevnim časovima 2,63 log₁₀ cfu/cm².

Broj bakterija porodice *Enterobacteriaceae* u uzorcima briseva buta bio je prosečno 0,66 log₁₀ cfu/cm², a dobijene vrednosti iznosile su do 2,70 log₁₀ cfu/cm². Prema mikrobiološkim kriterijumima, u 80% uzoraka, utvrđeno je do 0,78 log₁₀ cfu/cm², što označava prihvatljiv nivo, u 16% uzoraka, broj ovih bakterija iznosio je 1,00–1,70 log₁₀ cfu/cm² (zadovoljavajući nivo) i u 4% uzoraka briseva buta utvrđeno je 2,00–2,70 log₁₀ cfu/cm², što predstavlja neprihvatljiv nivo higijene. U uzorcima briseva potrbušine, ukupan broj bakterija porodice *Enterobacteriaceae* bio je do 2,60 log₁₀ cfu/cm², odnosno prosečno 0,59 log₁₀ cfu/cm², od čega je 89% uzoraka bilo na prihvatljivom nivou higijene (< 0,78 log₁₀ cfu/cm²), 9% na zadovoljavajućem (0,90–1,00 log₁₀ cfu/cm²) i 2% na neprihvatljivom nivou higijene (2,00–2,60 log₁₀ cfu/cm²). Prosečan broj enterobakterija od 0,62 log₁₀ cfu/cm² utvrđen je u uzorcima briseva grudi (do 2,70 log₁₀ cfu/cm²). Od ukupnog broja ispitanih briseva, 95% je zadovoljavalo mikrobiološke kriterijume u smislu prihvatljivog higijenskog nivoa (< 0,78 log₁₀ cfu/cm²), 4% uzoraka nalazilo se na zadovoljavajućem nivou (0,95–1,00 log₁₀ cfu/cm²), dok je 1% briseva bio na neprihvatljivom nivou (2,70 log₁₀ cfu/cm²). U uzorcima briseva vrata, broj enterobakterija kretao se do 2,00 log₁₀ cfu/cm², odnosno prosečno 0,58 log₁₀ cfu/cm². Prihvatljiv nivo (< 0,78 log₁₀ cfu/cm²) imalo je 92% ispitanih uzoraka briseva, zadovoljavajući od 1,00 do 1,50 log₁₀ cfu/cm², 7% uzoraka i neprihvatljiv nivo 1% uzoraka (2,00 log₁₀ cfu/cm²). Odstupanja od srednje vrednosti, izražena kao koeficijent varijacije, bila su veoma visoka, naročito za uzorke briseva buta i potrbušine u kojima su iznosila 91,45 i 61,33%. Nešto niži koeficijent varijacije od 49,20 i 55,18% izračunat je za uzorke briseva grudi i vrata. *Blagojević i dr.* (2010) utvrdili su da se broj bakterija porodice *Enterobacteriaceae* kreće u opsegu od 0,11×10¹ do 1,48×10³, odnosno prosečno 1,06×10¹ u jednom pogonu industrije mesa (grani-

čna vrednost), dok se u drugom ispitivanom pogonu kretao od $0,02 \times 10^1$ do $3,09 \times 10^2$, prosečno $0,59 \times 10^1$ (prihvatljiva vrednost). *Nastasijević i dr.* (2009) utvrdili su nešto niže vrednosti od $0,5 \log_{10} \text{cfu/cm}^2$, što takođe predstavlja prihvatljivu vrednost. *Zweifel i dr.* (2005) ustanovili su da se broj enterobakterija ispitivanih u pet pogona industrije mesa kretao u opsegu od 0,09 do $0,61 \log_{10} \text{cfu/cm}^2$, odnosno da je higijena u ovim pogonima na prihvatljivom nivou

U pogledu ispitivanja prisutva *Salmonella* vrsta od ukupno 100 ispitanih briseva polutki, *Salmonella* spp. utvrđena je kod 5 uzoraka. Serološkom tipizacijom po Kauffman-White-ovoj šemi utvrđeno je da tri izolata pripadaju *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium, jedan izolat *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Dublin i jedan izolat *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Infantis.

Literatura

- Bell, R. G.** 1997. Distribution and sources of microbial contamination on beef carcasses. *Journal of Applied Microbiology*, 82, 292–300.
- Blagojević B., Antić D., Dučić M., Bunčić S.**, 2010. Ratio between carcass and skin microflora as an abattoir process hygiene indicator. *Food Control*, article in press, www.sciencedirect.com.
- Brown M. H., Gill C. O., Hollingsworth J., Nickelson R. I., Seward S., Sheridan J. J., Stevenson T., Sumner J. L., Theno D. M., Osborne W. R., Zink D.**, 2000. The role of microbiological testing in systems for assuring the safety of beef. *International Journal of Food Microbiology*, 62, 7–16.
- Commission Decision 2001/471/EC** laying down rules for the regular checks on the general hygiene carried out by the operators in establishments according to Directive 64/433/EEC on health conditions for the production and marketing of fresh meat and Directive 71/118/EEC on health problems affecting the production and placing on the market of fresh poultry meat (Off. Journal of European Communities L 165/48).
- Ellerbroek L.**, 2003. Mikrobiologische Kontrolle der allgemeinen Hygiene in Fleisch-Lieferbetrieben gemäss Artikel 10 (2) der Richtlinie 64/433/EWG; umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG. *Fleischwirtschaft*, 83, 139–142.

Zaključak

Na osnovu broja aerobnih mezofilnih bakterija, može se zaključiti da je higijena na liniji klanja junadi na zadovoljavajućem nivou u većini slučajeva, odnosno u 82–89% slučajeva i na zadovoljavajućem u 7–13% slučajeva. U 3–8% uzoraka briseva, utvrđen je broj aerobnih mezofilnih bakterija, koji nije na prihvatljivom nivou u smislu mikrobioloških kriterijuma.

U 80–92% uzetih briseva, broj bakterija familije *Enterobacteriaceae* nalazio se u prihvatljivim granicama, dok je na zadovoljavajućem nivou bio u 4–16% slučajeva. Mikrobiološke kriterijume nije ispunjavalo 1–4% uzetih briseva.

Na osnovu iznetog, može se zaključiti da je higijena na liniji klanja junadi na zadovoljavajućem nivou

- Gill C.O., McGinnis J.C., Bryant J., Chabot B.**, 1995. Decontamination of commercial polished pig carcasses with hot water. *Food Microbiology*, 12, 143–149.
- ISO 17604:2003 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Carcass sampling for microbiological analysis.**
- ISO 18593:2004 Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Horizontal methods for sampling techniques from surfaces using contact plates and swabs.**
- Nastasijević I., Mitrović R., Bunčić S.**, 2009. The occurrence of *Escherichia coli* O157 in/on faeces, carcasses and fresh meats from cattle. *Meat Science*, 82, 101–105.
- Prendergast D. M., Daly D. J., Sheridan J. J., McDowell D. A., Blair I. S.**, 2004. The effect of abattoir design on aerial contamination levels and the relationship between aerial and carcass contamination levels in two Irish beef abattoirs. *Food Microbiology*, 21, 589–596.
- Zweifel C., Baltzer D., Stephan R.**, 2005. Microbiological contamination of cattle and pig carcasses at five abattoirs determined by swab sampling in accordance with EU Decision 2001/471/EC. *Meat Science*, 69, 559–566.
- Zweifel C., Fischer R., Stephan R.**, 2008. Microbiological contamination of pig and cattle carcasses in different small-scale Swiss abattoirs. *Meat Science*, 78, 225–231.

Microbial status of beef carcasses on the slaughter line

Lilić Slobodan, Borović Branka, Velebit Branko, Lakićević Brankica, Baltić Tatjana, Rašeta Mladen, Spirić Danka

Abstract: Microbiological criteria laid down by EU Regulation 2073/2005 are intended to give some degree of assurance that food is safe and of suitable quality. It implies that it will remain so to the end of its shelf life provided it is handled appropriately. The EC Regulation on Microbiological Criteria for Foodstuffs requires food business operators to use the criteria given in the Regulation when carrying out validation and verification checks as part of food safety management systems based on HACCP principles. Microbiological criteria used are Total Viable Count, as an indicator of general hygiene status and quantification of *Enterobacteriaceae*, as an indicator of faecal contamination of carcasses. Evisceration and dehiding (removal

of skin) are operations of critical importance during slaughtering since the risk of microbial contamination is the highest. Aim of this paper was to assess microbiological status of 100 cattle carcasses originating from selected Serbian slaughterhouses. Swabbing was performed in accordance to standard method ISO 18593:2004, while the TVC, Enterobacteriaceae and Salmonella spp. were investigated according to standard methods ISO 4833:2003, ISO 21528-2:2004 and ISO 6579:2002, respectively. Results indicate that mean TVC and Enterobacteriaceae values of four carcasses' locations were within acceptable range ($<2,80 \log_{10} \text{cfu/cm}^2$ TVC and $<0,80 \log_{10} \text{cfu/cm}^2$ Enterobacteriaceae). A total of 5 Salmonella spp. strains were isolated, later being identified as Salmonella enterica subsp. enterica serovar Typhimurium (3 strains) Salmonella enterica subsp. enterica serovar Dublin (1 strain) and Salmonella enterica subsp. enterica serovar Infantis (1 strain).

Key words: slaughtering hygiene, Total Viable Count, Enterobacteriaceae, beef.

Rad primljen: 1.12.2010.

Rad prihvaćen: 2.12.2010.

Ispitivanje rezistentnosti bakterija *Salmonella* spp. izolovanih sa trupova goveda prema antimikrobnim supstancama*

Velebit Branko¹, Lilić Slobodan¹, Borović Branka¹

S a d r ž a j: Zoonoze su zarazne bolesti koje se mogu prenositi sa nekih životinja na ljude i obrnuto. Pojava i širenje zoonotskih bakterija rezistentnih na antibiotike predstavlja ozbiljan problem u javnom zdravstvu. U slučajevima infekcija uzrokovanih visoko patogenim serovarima *Salmonella* vrsta, rezistentnost na antibiotike ograničava mogućnosti lečenja, naročito u slučajevima kada postoji rezistentnost na izrazito važne antibiotike, kao što su hinoloni druge generacije. Rezistentnost na antibiotike posredovana je mobilnim delovima genoma kao što su plazmidi, transpozoni ili genomska ostrvca. Tokom dvogodišnjeg perioda monitoringa higijene klanja goveda u određenim klanicama u Srbiji, prikupljeno je ukupno 49 primoizolata *Salmonella* vrsta poreklom sa trupova zaklanih junadi. Primoizolati su podvrgnuti ispitivanju rezistencije na sledeće antimikrobne supstance: hloramfenikol ciprofloksacin, ampicilin, sulfametoksazol, nalidiksičnu kiselinu, gentamicin i tetraciklin. Većina ispitanih uzoraka bila je rezistentna na tetraciklin, hloramfenikol i sulfametoksazol, dok je samo nekoliko izolata bilo rezistentno na hinolone i gentamicin koji su od kritičnog značaja u terapiji obolelih u humanoj populaciji. Dobijeni rezultati su slični rezultatima ispitivanja rezistencije koji su dobijeni u drugim zemljama Evropske unije. Monitoring *Salmonella* vrsta u humanoj populaciji obavezan je u Evropskoj uniji shodno odredbama Odluke Evropske komisije 2000/96/EC. Monitoring *Salmonella* vrsta, takođe, je obavezan i u namirnicama i hrani za životinje, kako je propisano Direktivom Evropske komisije 2003/99/EC.

Ključne reči: antimikrobna rezistencija, *Salmonella* spp.

Uvod

U poslednjih nekoliko decenija, pojava i širenje zoonotskih bakterija rezistentnih na antibiotike predstavlja ozbiljan problem u javnom zdravstvu. U slučajevima infekcija uzrokovanih visoko patogenim serovarima *Salmonella* vrsta, rezistentnost na antibiotike ograničava mogućnosti lečenja, naročito u slučajevima kada postoji rezistentnost na izrazito važne antibiotike (EFSA 2007a, 2007b, 2008a, 2008b.; Collignon i dr., 2009). Bakterije poseduju visoko efikasne mobilne delove genoma koji imaju sposobnost razmene i akumulacije različitih gena za antimikrobnu rezistenciju (Guerra i dr., 2004). Geni za rezistentnost mogu se kretati između hromozomalne i ekstrahromozomalne DNK jedne bakterije, ali i između više bakterija iste ili različitih vrsta putem horizontalnog transfera. Najvažniji vektori za transfer gena za rezistentnost su

mobilni genetički elementi kao što su plazmidi, transpozoni i genomska ostrvca. Prisustvo nekog gena za rezistentnost u bakteriji ne znači i da se on eksprimira, već reflektuje mogućnost ekspresije u uslovima selektivnog pritiska iz okolne sredine.

Nekoliko godina unazad, u evropskim zemljama, postoji trend opadanja rezistentnosti serovara Typhimurium, Infantis i Enteritidis, uglavnom usled redukcije pentarezistentnih sojeva *S. Typhimurium* (Hopkins i dr., 2010; Meakins i dr., 2008). Rezistencija se održava kod sojeva *S. Typhimurium* DT 193/120, kod kojih je rezistentnost determinisana hromozomalnim genima blaT, strA-strB, sul2 i tetB (Hauser i dr., 2009; Hopkins i dr., 2010; Lucarelli i dr., 2010). Većina serovara i dalje ispoljava multirezistentnost, pri čemu najčešći fenotip ima rezistentnost ka ampicilinu, hloramfenikolu, gentamicinu, streptomycinu, sulfametoksazolu, tetraciklinu i trimetoprimu (Echeita i dr., 1999; Guerra i dr., 2000).

***Napomena:** Rezultati ispitivanja prikazani u ovom radu deo su projekta iz oblasti tehnološkog razvoja „Unapređenje mikrobiološke bezbednosti sirovog govedeg mesa – ocena izloženosti potrošača za *E. coli* O157: H7 i *Salmonella* spp. i razvoj strategija kontrole“, evidencioni broj 20209.

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

Nasuprot evropskim primoizolatima, američki i brazilski sojevi retko ispoljavaju multirezistentnost i često su pan-osetljivi (Agasan i dr., 2002; Tavechio i dr., 2009), iako većina sojeva poseduje plazmid virulentnosti molekularne težine 90 kDa.

Glavna osobina evropskih sojeva, u odnosu na gore pomenute, je prisustvo jedinstvenog hromozomalnog ostrva rezistentnosti koje sadrži blaTEM, strA-strB, sul2 i tet(B) gene u epidemijskoj ASSuT-rezistentnoj klonalnoj liniji, kao i prisustvo gena za rezistentnost povezanog sa serovar-specifičnim plazmidom utvrđenim kod serovara S. Typhimurium U302 izolovanog u Španiji.

Masovne epidemije multirezistentnim vrstama *Salmonella* zabeležene su tokom 2006. godine u Luksemburgu (Mosson i dr., 2007) i 2009. godine u Velikoj Britaniji (Harker i dr., 2011). Infekcija u Luksemburgu završila se hospitalizacijom 133 osobe, od kojih je jedna preminula od posledica hemoragične dijareje. U Velikoj Britaniji, gde su epidemijom bila zahvaćena uglavnom deca, srećom nije zabeležen nijedan smrtni ishod. Sem toga, Rabsch je 2009. godine prijavio neobično veliki broj difuznih salmoneloznih epidemija u Nemačkoj, kod kojih je stopa hospitalizacije bila viša nego kod klasičnih epidemija salmonela. U oba navedena slučaja izazivač infekcije bila je multirezistentna S. Typhimurium DT 193.

Imajući u vidu značaj uticaja patogenih efekata salmonela na humanu populaciju, kao i manjak podataka o fenotipskim osobinama sojeva salmonela izolovanih iz hrane animalnog porekla u Srbiji, cilj našeg rada bio je da se utvrdi antibiotska rezistencija primoizolata, izolovanih tokom dvogodišnjeg programa monitoringa higijene u izabranim objektima za klanje goveda.

Materijal i metode

Materijal za ispitivanje bili su primoizolati *Salmonella* spp. prikupljeni tokom 2008. i 2009. godine

sa trupova goveda zaklanih i obrađenih u objektima registrovanim za izvoz mesa i proizvoda od mesa u EU.

Uzeto je ukupno 522 uzorka sa trupova goveda, na liniji klanja, nakon trimovanja i finalnog pranja, pre hlađenja. Uzorkovanje je izvršeno abrazivnim sunderima prema odredbama uredbe EU 2073/2005. Prisustvo *Salmonella* vrsta utvrđivano je u skladu sa ISO metodom 6579:2002. Sunderi su nalivani sa po 225 ml BPW (*Buffered Pepton Water – pufarovana peptonska voda*) i inkubirani tokom 24 h pri 37°C. Nakon inkubacije, po 0,1 ml je presejan u RVS (*Rappaport Vassiliadis*) bujon i inkubiran tokom 24 h pri 41,5°C, i po 1 ml BPW-a je presejan u MKTTn (*Muller-Kauffmann Tetrathionate-Novobiocin Broth – Muler Kaufman tetratonat bujon*) i inkubiran tokom 24 h pri 37°C. Po isteku inkubacije, bujonske kulture presejane su na BG (*Brilliant Green*) i XLD (*Xylose Lysine Deoxycholate Agar–Ksilozna Lizin detoksitolat*) i inkubirane tokom 24 h pri 37°C. Dobijeni izolati su prečišćeni i biohemijski i serološki ispitani na pripadnost *Salmonella* vrstama. Ukupno je izolovano 49 izolata *Salmonella* spp.

Ispitivanja antibiotske rezistencije izvršeno je disk-difuzionom metodom prema EUCAST protokolu, korišćenjem Mueller–Hinton agar (Difco) ploča. Korišćeno je sedam tipova antibiotskih diskova (BBL), koji su sadržavali 30 µg hloramfenikola, 30 µg ciprofloksacina, 10 µg ampicilina, 25 µg sulfonamida, 30 µg nalidiksične kiseline, 10 µg gentamicina, i 10 µg tetraciklina.

Rezultati i diskusija

U tabeli 1 prikazani su rezultati ispitivanja rezistencije na antimikrobne supstance primoizolata salmonela prema uobičajenom EU panelu antibiotika i sulfonamida.

Od ukupno ispitanih 49 izolata *Salmonella* spp., 27 je bilo osetljivo na tetraciklin (55,1%), dok je 22 izolata bilo rezistentno (44,9%). Visok

Tabela 1. Rezultati ispitivanja rezistencije na antimikrobne supstance
Table 1. Results of the investigation of the resistance to antimicrobial substances

Antimikrobna supstanca/ <i>Antimicrobial substance</i>	Osetljivi izolati, br. (%)/ <i>Sensitive isolates, No. (%)</i>	Rezistentni izolati, br. (%)/ <i>Resistance isolate, No. (%)</i>
Tetraciklin/ <i>Tetracycline</i>	27 (55,1)	22 (44,9)
Hloramfenikol/ <i>Chloramphenicol</i>	40 (81,6)	9 (18,4)
Ampicilin/ <i>Ampicillin</i>	36 (73,5)	13 (26,5)
Sulfometoksazol/ <i>Sulphometoxazole</i>	30 (61,2)	19 (38,8)
Gentamicin/ <i>Gentamycin</i>	48 (98,0)	1 (2,0)
Ciprofloksacin/ <i>Ciprofloxacin</i>	45 (91,8)	4 (8,2)
Nalidiksična kiselina/ <i>Nalidixic acid</i>	47 (95,9)	2 (4,1)

stepen rezistencije salmonele su iskazale i prema sulfonamidima, i to 19 od 49 izolata (38,8%), dok je 30 izolata (61,2%) bilo osetljivo. Nešto niži stepen rezistencije, odnosno 13 izolata (26,5%) ispoljilo je rezistentnost prema ampicilinu, a 36 izolata (73,5%) bilo je osetljivo. Takođe, niži stepen rezistencije, u odnosu na tetraciklin, ove bakterije ispoljile su prema hloramfenikolu. Od 49 ukupno ispitanih izolata, 9 (18,4%) je bilo rezistentno na hloramfenikol, dok je 40 (81,6%) bilo osetljivo.

Visok stepen osetljivosti ispoljen je prema gentamicinu, ciprofloksacinu i nalidiksičnoj kiselini. Od 49 izolata salmonela, 48 (98,0%) je bilo osetljivo na gentamicin, odnosno 1 (2,0%) je bio rezistentan. Na ciprofloksacin bilo je osetljivo 45 izolata (91,8%), dok je 4 izolata bilo rezistentno (8,2%). U slučaju nalidiksične kiseline, 47 izolata (95,9%) je bilo osetljivo, dok su 2 izolata (4,1%) bila rezistentna.

Visok stepen rezistencije na tetracikline, sulfonamide, ampicilin i hloramfenikol, mogao bi se objasniti masovnom i nekontrolisanom upotrebom ovih lekova u terapiji različitih oboljenja goveda. U poslednjih nekoliko godina, ovi lekovi su lako dostupni na tržištu, a i konkurentni su po pitanju troškova lečenja.

Tetraciklini ulaze u mikroorganizme pasivnom difuzijom, a delimično i aktivnim transportom. Osetljivi mikroorganizmi akumuliraju tetracikline u citoplazmi do te mere da je njihova koncentracija mnogostruko veća u unutrašnjosti ćelije nego u međucelijskom prostoru. Unutar bakterijske ćelije tetraciklini se vezuju za receptore na 30S podjedinici bakterijskog ribozoma. Kao posledica ovog efekta, sprečeno je dodavanje novih amino-kiselina na početni peptidni lanac, što na kraju dovodi do inhibicije sinteze proteina. Kod mikroorganizama rezistentnih na tetracikline, ne postoji proces aktivnog transporta tetraciklina kroz ćelijsku membranu, pa je onemogućena koncentracija leka u unutrašnjosti ćelije. Takođe, moguća je blokada difuzije tetraciklina preko ćelijske membrane.

Rezistencija prema tetraciklinima obično se prenosi pomoću plazmida i to transdukcijom ili konjugacijom. Geni za rezistenciju prema tetraciklinima blisko su povezani sa genima za rezistenciju prema aminoglikozidnim antibioticima, sulfonamidima i hloramfenikolu. Zbog toga se smatra da plazmidi obično prenose multipnu rezistenciju, a ne samo pojedinačnu prema tetraciklinima.

Hloramfenikol je antibiotik sa bakteriostatskim delovanjem. On se u bakterijskoj ćeliji ireverzibilno vezuje za 50S podjedinicu ribozoma. Na taj način onemogućava vezivanje novih amino-kiselina za nascentni peptidni lanac i tako inhibira sintezu proteina. Pored toga, hloramfenikol inhibira i peptidil-transferazu,

enzim odgovoran za sintezu mitohondrijalnih proteina u ćelijama koštane srži sisara. Mogućnost razvoja supresije koštane srži u vidu aplazije i/ili pancitopenije ograničava njegovu parenteralnu primenu. Mikroorganizmi koji su rezistentni na hloramfenikol proizvode enzim hloramfenikol-acetiltransferazu, koja inaktivira hloramfenikol. Produkcija ovog enzima pod kontrolom je plazmida koji, kao i u slučaju tetraciklina, prenose multipnu rezistenciju.

Gentamicin je aminoglikozidni antibiotik čiji je mehanizam delovanja istovetan kao kod tetraciklina (vezuje se za receptore na 30S podjedinici bakterijskog ribozoma i posledično inhibira sintezu proteina). S obzirom da se slabo resorbuje u gastrointestinalnom traktu, primenjuje se parenteralno. Nakon dugotrajne primene i/ili aplikacije visokih doza, gentamicin ispoljava jako vestibulotoksično dejstvo, oštećujući aparat za ravnotežu. Takođe, gentamicin, kao i ostali aminoglikozidni antibiotici, ima jako nefrotoksično dejstvo koje se ispoljava tako što dolazi do inhibicije sinteze proteina u renalnim ćelijama, uz posledičnu akutnu tubularnu nekrozu.

Nalidiksična kiselina i ciprofloksacin su hinolonski sintetički antibiotici, pri čemu je nalidiksična kiselina prototip svih hinolona i pripada prvoj generaciji, dok ciprofloksacin pripada trećoj generaciji fluoriranih hinolona. Po svom mehanizmu delovanja, ovi antibiotici inhibiraju enzim DNK-girazu, koji je odgovoran za sintezu trodimenzionalno namotanog superkalema DNK koji se čvrsto zapečati oko RNK jezgra. Kao posledica delovanja, nastupa degradacija hromozomske DNK u male nefunkcionalne fragmente i raspad superkalema koji bi trebalo da je upakovan u bakterijskoj ćeliji.

Rezistencija prema nalidiksičnoj kiselini može se razviti relativno brzo, kao i prema nekim drugim hinolonima prve generacije. Međutim, prema fluoriranim hinolonima postoji vrlo niska mutaciona rezistencija, bez kliničkog značaja. Rezistencija kod oba hinolonska antibiotika, ukoliko i postoji, posledica je modifikacije ciljnog enzima za hinolone, tj. DNK-giraze. Pri tome, ne nastaje rezistencija koja se prenosi plazmidima, a nema ni ukrštene rezistencije prema drugim antibioticima.

Dobijeni rezultati, odnosno konstatacija da su salmonele, izolovane u ovom eksperimentu, osetljive prema antibioticima nove generacije, odnosno prema ciprofloksacinu i nalidiksičnoj kiselini, predstavljaju pozitivan aspekt sa gledišta veterinarske medicine, jer se oni sa većom sigurnošću mogu koristiti u terapiji obolelih životinja. Dalje, sa aspekta humane medicine, ova dva antibiotika mogu da predstavljaju lek izbora u terapiji alimentarnih toksoinfekcija ljudi uzrokovanih salmonelama.

Salmonele se putem hrane, vode ili direktnog kontakta sa životinjom veoma lako šire na humanu populaciju. Infekcija počinje konzumiranjem kontaminirane hrane. Salmonela prolazi kroz želudac i preživljava kiseli pH tako što izaziva „acid tolerance“ odgovor, a zatim dospeva u tanko crevo. Interakcija salmonela i domaćina počinje tako što salmonele koloniziraju distalni deo ileuma i adheriraju za M-ćelije ili „microfold“ ćelije Pejerovih ploča. Adhezija se uspostavlja 5–10 minuta nakon ulaska salmonela u distalni deo ileuma. Nakon adhezije za M-ćelije Pejerovih ploča, počinje apikalna invazija salmonela prvo u M-ćelije, a zatim i u enterocite i peharaste ćelije crevnog epitela. Kada dospe u ćeliju domaćina, salmonela ostaje u njoj i razmnožava se u fagozomu. Posle pucanja fagozoma, bakterije izlaze iz ćelije na bazolateralnoj strani i dospevaju u paracelularni prostor odakle invadiraju nove ćelije i/ili se limfotokom i krvotokom diseminiraju po organizmu i dospevaju u jetru i druge unutrašnje organe. Dijareja praćena pojavom zapaljenja crevne sluznice, karakteristična za infekcije salmonelom, posledica je masivne infiltracije polimorfonuklearnih neutrofila u crevni epitel na mestima kontakta sa salmonelom i poremećenog transporta hloridnih jona (*Velebit*, 2007).

Rezistentnost ometa terapiju ljudi, ali stvara i kumulativan ekološki problem. Naime, u kontaktu rezistentnih salmonela i saprofitskih bakterija u gastrointestinalnom traktu, geni rezistentnosti iz salmonela prenose se u genom saprofitskih bakterija osetljivih na antibiotike putem horizontalnog plazmidskog transporta. Na taj način, saprofitske i/ili oportune bakterije dobivaju tačkaste mutacije na određenim genima sopstvenog genoma, same postaju rezistentne i brzo se adaptiraju na novi ekosistem (*Carattolli*, 2003).

Literatura

- Agasan A., Kornblum J., Williams G., Pratt C. C., Fleckenstein P., Wong M., Ramon A., 2002.** Profile of *Salmonella enterica* subsp *enterica* (subspecies I) serotype 4,5,12 : i :- strains causing food-borne infections in New York City. *Journal of Clinical Microbiology*, 40, 1924–1929.
- Carattolli A., 2003.** Plasmid-Mediated Antimicrobial Resistance in *Salmonella enterica* *Curr. Issues in Molecular Biology*, 5, 113–122.
- Collignon P., Powers J. H., Chiller T. M., Aidara-Kane A., Aarestrup F. M., 2009.** World Health Organization ranking of antimicrobials according to their importance in human medicine: A critical step for developing risk management strategies for the use of antimicrobials in food production animals. *Clinical and Infectious Diseases*, 49, 132–141.
- Echeita M. A., Herrera S., Usera M. A., 2001.** Atypical, fljB-negative *Salmonella enterica* subsp *enterica* strain of serovar 4,5,12 : i : appears to be a monophasic variant of serovar typhimurium. *Journal of Clinical Microbiology*, 39, 2981–2983.
- Echeita M.A., Aladuena A, Cruchaga S. and Usera M.A., 1999.** Emergence and spread of an atypical *Salmonella enterica* subsp *enterica* serotype 4,5,12 : i :- Strain in Spain. *Journal of Clinical Microbiology*, 37, 3425–3425.
- EFSA, 2007a.** Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in broiler flocks of *Gallus gallus*, Part A. *The EFSA Journal*, 98, 1–85.
- EFSA, 2007b.** Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline study on the prevalence of *Salmonella* in holdings of laying hen flocks of *Gallus gallus*. *The EFSA Journal*, 97.
- EFSA, 2008a.** The Community Summary Report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from animals and food in the European Union in 2008. *The EFSA Journal*, 8, 1658, 1–261.

U Evropskoj uniji je Direktivom Saveta 2003/99/EC propisano da svaka članica ima obavezu godišnjeg monitoringa salmonela i drugih zoonotskih mikroorganizama, pri čemu je obavezno ispitivanje rezistentnosti na antimikrobne supstance. U Srbiji se takva vrsta nadzora ne sprovodi, niti postoje konzistentni i kontinuirani podaci. Upoređivanjem podataka o multirezistentnosti (2 i više antibiotika) sa evropskom bazom podataka, utvrđeno je da su naši rezultati slični rezultatima ispitivanja rezistentnosti na antimikrobne lekove u zemljama Evropske unije, naročito Italije (*EFSA*, 2008a). S obzirom da je u Evropskoj uniji od 1994. godine opaženo naglo povećanje trenda pojave 6- ili 8- rezistentnih salmonella neophodno je dalje praćenje prevalencije ovih bakterija kod ljudi i životinja.

Zaključak

Salmonele izolovane sa trupova goveda na liniji klanja u nekim srpskim objektima za izvoz u EU pokazuju veliki stepen rezistencije na tetracikline, hloramfenikol, ampicilin i sulfonamide. Može se pretpostaviti da je ova pojava u korelaciji sa dugotrajnom i nekontrolisanom primenom ovih lekova u terapiji životinja. Za razliku od ovih antibiotika, izolovane vrste salmonela izrazito su osetljive na gentamicin i hinolonske antibiotike. Imajući u vidu štetne efekte gentamicina na sisare i zakonsku regulativu koja zabranjuje promet i upotrebu namirnica animalnog porekla koje sadrže rezidue gentamicina, hinoloni ostaju lek izbora u terapiji oboljenja uzrokovanih Gram-negativnim mikroorganizmima, kako životinja (uz poštovanje karence), tako i ljudi.

- EFSA, 2008b. Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in slaughter pigs, Part A. The EFSA Journal, 135, 1–111.
- EUCAST 2010. The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing - EUCAST. Available from: www.eucast.org.
- Guerra B., Laconcha I., Soto S. M., Gonzalez-Hevia M. A., Mendoza M. C., 2000. Molecular characterisation of emergent multiresistant *Salmonella* enterica serotype [4,5,12:i:-] organisms causing human salmonellosis. FEMS Microbiol Lett, 190, 341–347. Public health risk of “*Salmonella* Typhimurium-like” strains.
- Guerra B., Junker E., Miko A., Helmuth R., Mendoza M. C., 2004. Characterization and localization of drug resistance determinants in multidrug-resistant, integron-carrying *Salmonella* enterica serotype typhimurium strains. Microb Drug Resist, 10, 83–91.
- Harker K. S., Lane C., de Pinna E., Adak G. K., 2011. An outbreak of *Salmonella* Typhimurium DT191a associated with reptile feeder mice. Epidemiol Infect, (in press).
- Hauser E., Huhn S., Junker E., Jaber M., Schroeter A., Helmuth R., Rabsch W., Winterhoff N., Malorny B., 2009. Characterisation of a phenotypic monophasic variant belonging to *Salmonella* enterica subsp enterica serovar Typhimurium from wild birds and its possible transmission to cats and humans. Berliner und Munchener Tierarztlichen Wochenschrift, 122, 169–177.
- Hopkins K. L., Kirchner M., Guerra B., Granier S. A., Lucarelli C., Porrero M. C., Jakubczak A., Threlfall E. J., Mevius D. J., 2010. Multiresistant *Salmonella* enterica serovar 4,[5],12:i:- in Europe: a new pandemic strain? Euro Surveill, 15, 19580.
- Lucarelli C., Dionisi A. M., Torpdahl M., Villa L., Graziani C., Hopkins K., Threlfall J., Caprioli A., Luzzi I., 2010. Evidence for a second genomic island conferring multidrug resistance in a clonal group of strains of *Salmonella* enterica serovar Typhimurium and its monophasic variant circulating in Italy, Denmark, and the United Kingdom. Journal of Clinical Microbiology, 48, 2103–2109.
- Meakins S., Fisher I. S., Berghold C., Gerner-Smidt P., Tschape H., Cormican M., Luzzi I., Schneider F., Wannett W., Coia J., Echeita A., Threlfall E. J., 2008. Antimicrobial drug resistance in human nontyphoidal *Salmonella* isolates in Europe 2000–2004: a report from the Enter-net International Surveillance Network. Microb Drug Resist, 14, 31–35.
- Mossong J., Marques P., Ragimbeau C., Huberty-Krau P., Losch S., Meyer G., Moris G., Strottner C., Rabsch W., Schneider F., 2007. Outbreaks of monophasic *Salmonella* enterica serovar 4,[5],12:i:- in Luxembourg, 2006. Euro Surveill, 12, 719.
- Rabsch W., 2009. International emergence and trends of *S.*Typhimurium DT193. 2nd Annual Meeting of Food and Waterborne Diseases and Zoonoses Surveillance Network in Europe, 24–25 Sept 2009, Malta.
- Tavechio A. T., Fernandes S. A., Ghilardi A. C. R., Soule G., Ahmed R., Melles C. E. A., 2009. Tracing lineage by phenotypic and genotypic markers in *Salmonella* enterica subsp enterica serovar 1,4,[5],12:i:- and *Salmonella* Typhimurium isolated in state of Sao Paulo, Brazil. Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz, 104, 1042–1046.
- Velebit, B. 2007. Ispitivanje valjanosti multipleks lančane reakcije polimeraze u detekciji i identifikaciji salmonela vrsta. Magistarska teza.

Antimicrobial resistance of *Salmonella* spp. isolates collected from cattle carcasses

Velebit Branko, Lilić Slobodan, Borović Branka

Abstract: Zoonoses are infections that are transmissible between animals and humans. In recent decades zoonotic bacteria resistant to antimicrobials became of special concern since they might compromise the effective treatment of infections in humans. Resistance is mediated via mobile genetic elements such as plasmids, transposons or genomic islands. During the 2-year period of monitoring of hygiene in selected Serbian slaughterhouses, a total of 49 *Salmonella* spp. strains were collected from cattle carcasses. Strains were subjected to testing of resistance to commonly used antimicrobials, such as tetracycline, ampicillin, gentamycin, chloramphenicol, nalidixic acid, ciprofloxacin and sulphonamides. The most of tested samples were resistant to tetracycline, ampicillin, chloramphenicol and sulphonamides, while just a few were resistant to gentamycin and quinolones which are defined as critically important antimicrobials in human medicine. Obtained results are similar to results of antimicrobial resistance patterns reported by other EU countries indicating how uncontrolled usage of cheap and easy available antimicrobials led towards an onset of the resistance. Monitoring of *Salmonella* is mandatory in humans in accordance with the provisions of Commission Decision 2000/96/EC on the communicable diseases to be progressively covered by the Community network, and in food and animals in accordance with the provisions of Directive 2003/99/EC on the monitoring of zoonoses and zoonotic agents.

Key words: antimicrobial resistance, *Salmonella* spp.

Rad primljen: 29.11.2010.

Rad prihvaćen: 1.12.2010.

Nutritivna vrednost kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*) i šarana (*Cyprinus carpio*) iz akvakulture*

Vranić Danijela¹, Trbović Dejana¹, Đinović Jasna¹, Mažić Zoran², Spirić Danka¹, Milićević Dragan¹, Spirić Aurelija¹

S a d r ž a j: Visok sadržaj proteina, nizak sadržaj masti i relativno nizak sadržaj holesterola, kao i značajan sadržaj minerala, vitamina i esencijalnih masnih kiselina (n-3), svrstavaju ribu u jednu od nutritivno najvrednijih namirnica u ishrani ljudi. Potrošnja mesa krupne stoke u našoj zemlji približna je potrošnji mesa u svetu i iznosi oko 40 kg po stanovniku godišnje, a potrošnja ribe, prema proceni obima proizvodnje i uvoza, samo 4,5 do 5,0 kg. U ponudi, na našem tržištu, najzastupljenija je slatkovodna riba iz akvakulture, odnosno šaranske i pastrmske vrste (šaran, amur; tolstolobik i pastrmka). Kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus mykiss*) jedna je od najpoznatijih vrsta ribe u prirodi, ali je u mnogim zemljama poznata i prihvaćena kao uzgajana vrsta, zbog brzog rasta i odličnog nutritivnog kvaliteta. Šaran (*Cyprinus carpio* L.) najzastupljenija je riba toplovnih ribnjaka, koju odlikuju mnogobrojni kvaliteti i čije meso je hranljivo i ukusno. Cilj ovoga rada je bio da se odredi osnovni hemijski sastav i sadržaj holesterola u uzorcima konzumne pastrmke i šarana, koji su uzorkovani u martu, junu i septembru 2009. godine, odnosno u septembru, oktobru i decembru 2009. godine, respektivno, i da se, zbog značaja u ishrani stanovništva, na osnovu dobijenih rezultata izračuna energetska vrednost fileta ispitanih pastrmki i šarana. Eksperimentalni podaci su statistički obrađeni analizom varijanse (ANOVA test) na nivou značajnosti $p = 0,05$. Prosečne telesne mase i dužine analiziranih pastrmki u ispitanoj periodu su se statistički značajno razlikovale, što je posledica različitog sadržaja masti u konzumiranoj hrani i činjenice da nisu poticale iz istog matičnog jata.

U periodu od septembra do decembra 2009. godine, značajno je povećana prosečna masa ispitanih jedinki šarana.

Prosečan sadržaj proteina u filetima pastrmke i šarana bio je od 17,34% do 17,81% i od 17,11% do 18,28%, respektivno. Sadržaj masti i holesterola je bio niži u pastrmci (od 1,28% do 2,28% masti i od 44,12 mg/100 g do 46,47 mg/100 g holesterola) u poređenju sa šaranom (od 3,02% do 4,71% masti i od 48,55 mg/100 g do 53,17 mg/100 g holesterola). Prosečan sadržaj vode u pastrmci je bio veći (od 78,40% do 79,88% u odnosu na prosečan sadržaj vode u šaranu (od 75,72% do 78,83%). Prosečan sadržaj pepela u ispitanim filetima pastrmke i šarana je bio blizak i kretao se od 1,19% do 1,35%, odnosno od 1,04% do 1,12%, respektivno.

Ključne reči: akvakultura, kalifornijska pastrmka, šaran, nutritivna vrednost, holesterol.

Uvod

Sa nutritivnog aspekta, sveža riba i proizvodi od ribe su važni za pravilnu ishranu i zaštitu zdravlja svih kategorija stanovništva. Visoka hranljiva vrednost ribe se ispoljava u povoljnom sadržaju i odnosu proteina, masti, ugljenih hidrata, mineralnih materija i vitamina, kao i značajnom sadržaju nezasićenih masnih kiselina, posebno n-3 polinezasićenih masnih kiselina (PNMK) (Conor, 2000; Sidhu, 2003). Poznato je da povećano unošenje ribljeg mesa

ima veliki značaj za ljudsko zdravlje, jer omogućava normalan razvoj i funkcionisanje organizma i smanjuje pojavljivanje kardiovaskularnih oboljenja (Kris-Etherton i dr., 2002).

Godišnji svetski ulov ribe je 93 miliona tona (Čičovački, 2009), a trećina ovog ulova potiče iz proizvodnje u akvakulturi koja ima tendenciju porasta. Prosečna potrošnja ribe po stanovniku godišnje u svetu je 15,8 kg, a najveća je u Okeaniji 22,3 kg, Evropi 20,2 kg i Severnoj Americi 17,9 kg (Čirković i dr., 2002). Velika potrošnja ribe posledica je velike

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

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

²RG „Ečka“ AD, Belobladski put bb, 23 224 Lukino Selo, Republika Srbija.

ponude, ali i tradicije, navika i običaja (Lekić-Aranđelović i dr., 2008).

Potrošnja mesa krupne stoke u našoj zemlji približna je potrošnji mesa u svetu, oko 40 kg po stanovniku godišnje, a potrošnja ribe, prema proceni obima proizvodnje i uvoza, samo 4,5 do 5,0 kg (Ćirković i dr., 2002; Baltić i dr., 2009). Proizvodnja i ulov ribe beleže pad poslednjih godina, dok uvoz drastično raste. Prvi smo po potrošnji ribe u jednom danu, jer „Svetog Nikolu polovina Srba slavi, a druga polovina se gosti“ – Duško Radović. Riba se u našoj zemlji konzumira najviše u danima tradicionalnih praznika i danima posta (39,55% stanovništva ribu konzumira samo u vreme posta). U gradovima, stanovništvo jede ribu jednom nedeljno (Ćirković i dr., 2002). Razlog relativno male potrošnje mesa ribe kod nas je slaba kupovna moć stanovništva, ograničena i neadekvatna ponuda ribe na tržištu, nedostatak navike korišćenja ribe u ishrani. U ponudi, na našem tržištu, najzastupljenija je slatkovodna riba iz akvakulture, odnosno šaranske i pastrmske vrste (šaran, amur, tolstolobik i pastrmka) (Baltić i dr., 2009).

Riba je neophodna dopuna u ukupnom bilansu proteina životinjskog porekla, s obzirom da se po svojoj biološkoj vrednosti ne razlikuje od proteina ostalih vrsta mesa. Procenjuje se da se blizu 15% potreba za proteinima životinjskog porekla, u svetu, podmiruje preko potrošnje ribe. Sadržaj proteina u mesu sisara i riba je vrlo sličan (od 16 do 20%), ali meso sisara sadrži neuporedivo veći procenat masti. Dnevne potrebe čoveka u proteinima mogu da se zadovolje sa 400 g ribljeg mesa. U poređenju sa mesom stoke za klanje, meso ribe se lakše i brže resorbuje, jer mišićno tkivo ribe sadrži manje vezivnog tkiva. Iskoristljivost proteina iz ribljeg mesa u ljudskom organizmu je oko 95%, a masti do 91%. Meso riba sadrži neznatne količine ugljenih hidrata u obliku glikogena (Ćirković i dr., 2002).

Energetska vrednost ribljeg mesa zavisi od sadržaja masti. Raspored masnog tkiva kod riba uslovljen je načinom ishrane i starosnom kategorijom. Delovi bliži glavi su bogatiji mastima, a delovi bliži repu su siromašniji. Sadržaj masti može značajno da varira i unutar jedne vrste. Meso dvogodišnjeg šarana može da sadrži i manje od 2% masti, dok meso starijih jedinki sadrži više od 8%, a nekad i preko 20% masti. U pogledu sastava, masti ribe se razlikuju od masti sisara zbog većeg sadržaja mono- i polinezasićenih masnih kiselina. Meso ribe, u poređenju sa mesom krupne stoke, sadrži veće količine mineralnih materija, posebno kalcijuma, fosfora, magnezijuma i kalijuma. U mastima riba rastvoreni su vitamini A i E i značajne količine vitamina D (Ćirković i dr., 2002). Naročito se u pastrmci nalazi

velika količina vitamina E, koji ima antioksidativnu i antiinflamatornu ulogu (Anon, 2003). Sadržaj vitamina B grupe je sličan sadržaju u goveđem mesu. Zbog velikog sadržaja vode, ova vrsta mesa je kraće održiva, odnosno brže se kvari nego meso toplotokrvnih životinja.

Proces rasta kod riba podrazumeva harmoničan razvoj glavnih tkiva, pre svega, kostiju, mišića i adipoznog tkiva. Mast se akumulira u adipoznom tkivu, a ono, zajedno sa mišićnim i vezivnim tkivom, čini jestivi deo šarana i pastrmke. Za razliku od toplotokrvnih životinja, kod kojih se rast prekida nastupanjem polne zrelosti, riba raste, odnosno povećava joj se dužina i masa tokom celog života. Kod većine riba, rast je usporen posle perioda zrelosti, a najbrži je tokom intenzivne ishrane i u uslovima povoljnih temperatura vode. Utvrđeno je da riba najsporije raste ili prestaje sa rastom u zimskom periodu. Pored količine hrane i temperature, na rast ribe veoma mnogo utiču i genetski činioci, sadržaj kiseonika i ugljen-dioksida u vodi, kao i gustina populacije. Rast šarana prate morfološke promene i promene u hemijskom i biohemijskom sastavu (Fauconneau i dr., 1995).

Gajenje u kvalitetnoj vodi, sa dobro izbalansiranim hranivima i pravilno sprovedenom zdravstvenom zaštitom daće bolje rezultate u odnosu na nedovoljnu ishranu, previše gust nasad, prevelike čestice hrane.

Na hemijski sastav mesa ribe, osim genetskih činilaca, utiču i kvalitet vode, pH, temperatura, odnosno godišnje doba, sadržaj kiseonika, zatim motorne aktivnosti, starost ribe, vrsta hrane, način ishrane i drugo (Buchtova i dr., 2007; Menoyo i dr., 2007).

Promene u hemijskom sastavu mesa ribe su povezane sa starošću i veličinom ribe (Fauconneau i dr., 1995). 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 se sadržaj proteina povećava ukoliko je rast stimulisan primenom steroida (Lone i Matty, 1984; Basavaraja i dr., 1989). Sadržaj masti je u direktnoj vezi sa veličinom šarana, a prati ga smanjenje sadržaja vode kao opšte pravilo za žive organizme. To je direktna posledica povećanja potencijala za skladištenje masti sa uzrastom. Utvrđeno je i veliko variranje sadržaja masti kod šarana istog uzrasta. Glavni činilac, koji je blisko povezan sa sadržajem masti u ribi, je sadržaj masti u hrani. Ishrana, dodaci ishrani, količina konzumirane hrane (Shimeno i Shikata, 1993; Viola i dr., 1992) i povećanje rasta, generalno, utiču na porast sadržaja masti. Ostali činioci (temperatura, pokretljivost i dodavanje steroida) indirektno stimulišu ishranu i

povećavaju sadržaj masti (Lone i Matty, 1984; Viola i dr., 1992).

Na sadržaj masti utiču i genetski činioci (Fauconneau i dr., 1991), koji mogu da kompenzuju deponovanje masti koja je uneta hranom, ali još uvek nema čvrstih dokaza za ovo mišljenje.

Poznato je da se kod pastrmke sadržaj ukupne masti poveća sa porastom veličine ribe (Kiessling i dr., 1991a). U stabilnim uslovima gajenja, porast ribe je u direktnoj vezi sa iskoristljivošću hrane i uzrastom (Kiessling i dr., 1991b). Promene u količini hrane utiču na taj odnos, odnosno povećanje količine hrane uslovljava veće deponovanje masti. I obrnuto, smanjenje količine hrane može da uslovi veći sadržaj masti u tkivima ribe u poređenju sa ribom iste veličine, zbog lošije konverzije hrane (Kiessling i dr., 1991a). Sa ekonomskog stanovišta, od velikog značaja je da se utvrdi najpovoljniji način ishrane (kontinuirani, intenzivan na početku, ili intenzivno hranjenje tokom kasnije faze rasta), što se, pre svega, reflektuje na masno-kiselinski sastav.

Dobro je poznato da se holesterol nalazi isključivo u životinjskim organizmima, dok ga biljke uopšte ne sadrže (Jakobsen, 1999). Holesterol je važan konstituent ćelijskih membrana i moždanog tkiva, i stoga je vrlo značajan za ljudski organizam. Međutim, mišljenja o vezi između unošenja holesterola hranom i procesa ateroskleroze su vrlo često protivurečna. Do danas je sproveden veliki broj eksperimentalnih, epidemioloških i prospektivnih kliničkih studija koje su nedvosmisleno potvrdile postojanje biske povezanosti između sadržaja masti u ishrani i koncentracije holesterola u krvi, s jedne strane, i učestalosti oboljenja srca i krvnih sudova, sa druge strane (Griffin, 1999; Lepšanović i Lepšanović, 2000). U vezi sa tim, preporuka je da se smanji unošenje hrane sa visokim sadržajem holesterola. U prevenciji i lečenju ateroskleroze, značajno je ukupno unošenje masti, čije povećanje kroz ishranu utiče na porast nivoa holesterola u krvi, a takođe i udeo zasićenih masnih kiselina unutar celokupnog unosa masti. Sa druge strane, količina endogeno sintetisanog holesterola u jetri je tri puta veća u poređenju sa uobičajeno unetim količinama holesterola kroz hranu, što pomera interesovanje naučne javnosti i potrošača ka, pre svega, energetske vrednosti hrane, zasićenim, mono- i polinezasićenim masnim kiselinama, kao i odnosu n-6/n-3 PNMK u hrani (Okuyama i dr., 1997; Komprda i dr., 2003). Značajno je, međutim, da na nivo holesterola u krvi, pored povećanog alimentarnog unošenja samog holesterola i prevelikog energetske unošenja, snažno utiče i povećano unošenje nekih zasićenih masnih kiselina (ZMK) dugog lanca (lautinska, miristinska i palmitinska kiselina) i povećano unošenje trans

izomera nezasićenih masnih kiselina. Dokazano je da je nivo holesterola u krvi znatno više pod uticajem alimentarnog unošenja određenih masnih kiselina (MK) (za više od četiri puta), nego unošenje samog holesterola hranom (Hornstra, 1999; Kris-Etherton i dr., 2001; Lepšanović, 2003).

Takođe, sve veću pažnju naučne javnosti privlače i oksidacioni proizvodi holesterola, oksisteroli, u hrani bogatoj holesterolom i njihov uticaj na zdravlje (Schroepfer Jr., 2000).

Poznata je činjenica da je holesterol u životinjskim tkivima u vezi sa načinom i kvalitetom ishrane (Konjufca i dr., 1997), i pored regulatornog mehanizma sinteze i apsorpcije holesterola (Harris i dr., 1993). Sadržaj holesterola u tkivu životinja je pod uticajem sastava hrane, posebno odnosa polinezasićenih masnih kiselina (Komprda i dr., 2003).

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 manji u odnosu na morsku ribu. S obzirom na klinička i epidemiološka ispitivanja koja ukazuju na vezu između holesterola unetog hranom, holesterola u plazmi i ateroskleroze (Orban i dr., 2006), relativno mali sadržaj holesterola, pored sastava PNMK, čini šarana i pastrmku pogodnim vrstama za ishranu ljudi.

Kalifornijska pastrmka (*Onchorhynchus mykiss*) je jedna od najvažnijih salmonidnih vrsta i ubraja se u ribe hladnih voda. Živi u hladnim, čistim rekama i jezerima sa temperaturom od oko 20 do 21°C. Jedna je od najpoznatijih vrsta ribe u prirodi (Tikeiogky, 2000), ali je u mnogim zemljama poznata i prihvaćena kao uzgajana vrsta, zbog brzog rasta i odličnog nutritivnog kvaliteta. Naime, prosečan sadržaj proteina je 20%, masti oko 2% i 1,2% mineralnih materija, što ovu ribu svrstava u namirnicu koja se preporučuje kao idealna hrana za decu, stare i obolele osobe. Takođe, meso pastrmke je izuzetno cenjeno, zbog svoje mekoće, sočnosti i ukusa (Ćirković i dr., 2002.).

Kalifornijska pastrmka se uzgaja za jelo dok ne dostigne telesnu masu od najmanje 200 grama, što se najčešće postiže u drugoj godini života, a u povoljnim uslovima uzgoja već i u prvoj. Na prirast utiču mnogi činioci (kvantitet i kvalitet vode, sadržaj kiseonika u vodi, broj izmena vode u toku 24 časa, pH i temperatura vode, gustina nasada i drugo), ali je ishrana najvažnija.

Minimalne potrebe pastrmki, po obroku, iznose 28% proteina, 5–8% masti i 12% skroba. Ova vrsta ribe, u odnosu na sisare, ima dva do tri puta veće potrebe za vitaminima B grupe. Potrebe za kalcijumom i fosforom pastrmka podmiruje iz vode. Danas se, uglavnom, upotrebljavaju kompletne krm-

ne smeše u peletiranom obliku za ishranu pastrmki. Takva hrana sadrži 30 do 40% proteina i oko 8% masti (Ševković i dr., 1987).

Šaran (*Cyprinus carpio L.*) je najzastupljenija riba toplivodnih ribnjaka u mnogim zemljama sveta. Odlikuje se mnogobrojnim kvalitetima: velika plodnost, dobro korišćenje prirodne i dodatne hrane, brz rast, velika otpornost prema lošim uslovima životne sredine i bolestima. Meso šarana je hranljivo i ukusno, sa sadržajem proteina od oko 20% i masti 10–15%, zavisno od sezone i kvaliteta hrane (Ćirković i dr., 2002.).

U toploj vodi, šaran jede više hrane, bolje je vari i brže raste. Kada se temperatura vode spusti na temperaturu od +4°C, šaran prestaje da jede, ne raste, a može i da izgubi u telesnoj masi. Hranu ne jede ni na temperaturi vode višoj od 25°C. U ribnjacima, šaran koristi prirodnu i dodatnu hranu. Kao dodatna hrana, za mlad i tov šarana, služe biljna, životinjska i mineralna hraniva i vitaminski dodaci. U praksi, veoma zadovoljavajuća se pokazala ishrana mlađi i tov šarana kompletnim peletiranim krmnim smešama. Šaran se dodatno hrani samo preko leta, tj. u periodu kada uzima hranu. Intenzitet prirasta nije ravnomeran u toku leta, odnosno u toku tovine sezone, od 1. aprila do 1. septembra. Prosečan dnevni prirast u tom periodu je između 5 do 9 grama (Ševković i dr., 1987).

S obzirom da postoje mnoge studije koje se odnose na masno-kiselinski sastav šarana i pastrmke, a vrlo malo podataka o ukupnoj nutritivnoj vrednosti ove dve vrste ribe, cilj ovoga rada je bio da se odredi osnovni hemijski sastav i sadržaj holesterola u uzorcima pastrmke za jelo i šarana, koji su uzorkovani u martu, junu i septembru 2009. godine, odnosno u septembru, oktobru i decembru 2009. godine, respektivno, i da se, zbog značaja u ishrani stanovništva, na osnovu dobijenih rezultata izračuna energetska vrednost fileta ispitanih pastrmki i šarana.

Materijal i metode

Uzimanje uzoraka

Uzorci kalifornijske pastrmke uzeti su iz pastrmskog ribnjaka sa intenzivnim uzgojem „Ribo-prodakt“, kod Požege. Za potrebe ispitivanja uzorkovano je 18 pastrmki za jelo (po šest jedinki u martu, junu i septembru, 2009. godine, iz različitih bazena istog ribnjaka). Pastrmka je hranjena kompletnom hranom za ribe koja je sadržavala prosečno 40% proteina i od 15% do 20% masti. Uzorci konzumnog šarana uzeti su sa ribnjaka sa poluintenzivnim uzgojem RG „Ečka“. Uzorkovano je 24

jedinke šarana (po osam u septembru, oktobru i decembru 2009. godine). Šarani su prihranjivani potpunom smešom za tov koja je sadržavala prosečno 25% proteina i 7% masti, tokom celog perioda ispitivanja.

Posle donošenja u laboratoriju, izmerene su dužine jedinki šarana i pastrmke, od vrha glave do kraja repnog peraja, kao i telesne mase. Zatim su odvojeni glava i rep, pažljivo uklonjene koža i utroba. Odvojeni fileti ribe su homogenizovani u homogenizatoru Braun CombiMax 600. Analize osnovnog hemijskog sastava su započete odmah, a za određivanje holesterola uzorci su čuvani u tamnim plastičnim kesama na temperaturi od –18°C.

Analiza hemijskog sastava ribe

Sadržaj proteina (N × 6,25) određen je metodom po Kjeldahlu na aparatu Kjeltec Auto 1030 Analyzer (Tecator, Sweden). Sadržaj vode je određen sušenjem na 103 ± 2°C do konstantne mase (SRPS ISO 1442/1998). Ukupna mast je određena ekstrakcijom petroletrom po Soxhletu, nakon kisele hidrolize uzorka (SRPS ISO 1443/1992). Sadržaj pepela je određen merenjem mase ostatka posle žarenja na 550 ± 25°C (SRPS ISO 936/1999).

Određivanje sadržaja holesterola

Sadržaj holesterola određen je, nakon direktne saponifikacije mišićnog tkiva ribe (bez prethodne ekstrakcije lipida), prema metodi *Maraschiella 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). Metoda je validovana poređenjem sa metodom saponifikacije lipidnog ekstrakta dobijenog pomoću ubrzane ekstrakcije rastvaračima (ASE, accelerated solvent extraction) (*Spirić i dr.*, 2010).

Statistička analiza

Eksperimentalni podaci, prikazani kao srednja vrednost ± standardna devijacija, statistički su 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

Prosečne telesne dužine i mase ispitanih jedinki pastrmke, uzorkovanih u martu, junu i septembru, prikazane su u tabeli 1. U tabeli 2 prikazani su rezultati analize hemijskog sastava, sadržaj holesterola i energetska vrednost fileta pastrmke.

Najveća izmerena prosečna dužina (29,7 cm) je utvrđena kod pastrmki uzorkovanih u martu i veća je u poređenju sa prosečnom dužinom pastrmki koje su uzorkovane u junu (28,2 cm) i septembru (25,7 cm). Takođe, u martu je zabeležena je i najveća prosečna masa jedinki 388 grama, koja je bila značajno veća u odnosu na utvrđenu masu pastrmki u junu

Tabela 1. Prosečne dužine i mase pastrmki u tri perioda uzorkovanja (mart, juni, septembar 2009)
Table 1. Average length and body mass of rainbow trout in three periods of sampling (March, June, September 2009)

	mart/March	juni/ June	septembar/September
Dužina ribe/Body length (cm)	29,7 ^a	28,2 ^b	25,7 ^c
Masa ribe/Body mass (g)	388 ^a	273 ^b	204 ^c

a,b,c – srednje vrednosti u istom redu sa različitim superskriptom su statistički značajno različite ($p < 0,05$)
 a,b,c – means within the same row with different superscript are significantly different ($p < 0,05$)

Tabela 2. Hemijski sastav i sadržaj holesterola u uzorcima fileta konzumne pastrmke uzorkovane u martu, junu i septembru 2009. godine (srednja vrednost ± stand. devijacija)

Table 2. Chemical composition and cholesterol content in fillets of marketable rainbow trout sampled in March, June and September 2009. (mean ± standard deviation)

Hemijski sastav/ Chemical composition	Pastrmka/Trout (mart/March) n = 6	Pastrmka/Trout (juni/June) n = 6	Pastrmka/Trout (septembar/September) n = 6
Proteini/Proteins (%)	17,81 ± 1,32 ^a	17,34 ± 1,41 ^a	17,34 ± 1,09 ^a
Mast/Fat (%)	2,28 ± 0,54 ^a	1,41 ± 0,66 ^a	1,28 ± 0,42 ^a
Voda/Water (%)	78,40 ± 1,20 ^a	79,88 ± 2,10 ^a	79,86 ± 1,37 ^a
Pepeo/Ash (%)	1,30 ± 0,17 ^a	1,19 ± 0,14 ^a	1,35 ± 0,09 ^a
Holesterol/Cholesterol (mg/100g)	45,26 ± 2,24 ^a	44,12 ± 3,29 ^a	46,47 ± 4,48 ^a
Energetska vrednost/Energy value (kcal/100g)	82,0–96,3 ^a	79,9–100,3 ^a	72,1–90,5 ^a
Energetska vrednost/Energy value (kJ/100g)	343,2–402,9 ^a	334,2–419,8 ^a	301,9–378,6 ^a

a – srednje vrednosti u istom redu sa istim superskriptom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$)
 a – means within the same row with same superscript are not significantly different ($p < 0,05$)

Prosečne telesne dužine i mase ispitanih jedinki šarana, uzorkovanih u septembru, oktobru i decembru, prikazane su u tabeli 3. U tabeli 4 prikazani su prosečni rezultati analize hemijskog sastava, sadržaj holesterola i energetska vrednost fileta šarana.

273 grama i septembru 204 grama. Pastrmke, koje su uzorkovane u tri različita perioda (mart, juni i septembar), iz tri različita bazena, a sa iste lokacije, hranjene su hranom sa različitim sadržajem masti. S obzirom da nisu poticale iz istog matičnog jata, nije

Tabela 3. Prosečne dužine i mase šarana u tri perioda uzorkovanja (septembar, oktobar i decembar 2009)
Table 3. Average length and body mass of common carp in three periods of sampling (September, October, December 2009)

	septembar/September	oktobar/October	decembar/December
Dužina ribe/Body length (cm)	36,6 ^a	36,7 ^b	40,7 ^c
Masa ribe/Body mass (g)	1478 ^a	1984 ^b	2143 ^c

a,b,c – srednje vrednosti u istom redu sa istim superskriptom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$)
 a,b,c – means within the same row with same superscript are not significantly different ($p < 0,05$)

Tabela 4. Hemijski sastav i sadržaj holesterola u uzorcima fileta konzumnog šarana uzorkovanih u septembru, oktobru i decembru 2009. godine (srednja vrednost \pm stand. devijacija)
Table 4. Chemical composition and cholesterol content in common carp filets sampled in September, October and December 2009. (mean \pm standard deviation)

Hemijski sastav/Chemical composition	Šaran/Carp (septembar/September) n = 8	Šaran/Carp (oktobar/October) n = 8	Šaran/Carp (decembar/December) n = 8
Proteini/Proteins (%)	18,28 \pm 0,29 ^a	17,26 \pm 0,30 ^b	17,11 \pm 0,39 ^b
Mast/Fat (%)	3,02 \pm 1,03 ^a	4,71 \pm 0,71 ^b	3,23 \pm 1,68 ^a
Voda/Water (%)	77,46 \pm 1,22 ^a	75,72 \pm 0,93 ^b	78,83 \pm 1,62 ^a
Pepeo/Ash (%)	1,05 \pm 0,06 ^a	1,12 \pm 0,06 ^b	1,04 \pm 0,03 ^a
Holesterol/Cholesterol (mg/100g)	51,35 \pm 3,09 ^a	48,55 \pm 7,32 ^b	53,17 \pm 10,62 ^a
Energetska vrednost/ Energy value (kcal/100g)	88,8–103,1 ^a	103,2–120,9 ^b	82,6–119,2 ^a
Energetska vrednost/ Energy value (kJ/100g)	371,5–431,4 ^a	431,6–505,8 ^b	345,4–498,6 ^a

a, b – srednje vrednosti u istom redu sa istim superskriptom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$)

a – means within the same row with same superscript are not significantly different ($p < 0,05$)

bilo moguće pratiti promenu mase i dužine u toku ispitivanog vremenskog perioda, onosno izmerene mase i dužine odnose se samo na ispitane jedinke u trenutku uzorkovanja.

Podaci koji se odnose na prosečnu masu i dužinu ispitanih šarana, ukazuju na povećanje i mase i dužine uzorkovanih jedinki šarana u periodu septembar, oktobar i decembar. U poređenju sa podacima za dužinu šarana iz septembra meseca (36,6 cm) i oktobra (36,7 cm), najveća prosečna dužina jedinki je u decembru (40,7 cm), dok je značajno povećanje mase (1984 g) utvrđeno u oktobru, u odnosu na septembar, kada je prosečna masa šarana bila 1478 grama, što je posledica intenzivnog tova. Sve ispitane jedinke šarana su poticale iz istog matičnog jata i tokom celog perioda ispitivanja hranjene su istom hranom, poznatog hemijskog sastava.

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). Rezultati prikazani u tabeli 4 ukazuju da je sadržaj masti u ispitanim filetima šarana najveći u oktobru, a sadržaj vode najmanji, što je posledica intenzivnog porasta ribe u ovom periodu.

Riba gajena u akvakulturi može, takođe, da pokazuje varijacije u hemijskom sastavu, ali su te promene stalnije i mogu se 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. Najveći uticaj koji se razmatra ima sastav hrane. Većina vrsta

riba će pre da koristi proteine iz hrane kao izvor energije nego lipide. Kada sadržaj lipida u hrani pređe maksimum koji riba može da metabolizuje, mast će se deponovati u mišićnom tkivu. Osim što veći sadržaj masti utiče na celokupni kvalitet mesa ribe, mast će se deponovati u predelu stomaka, koji se filetiranjem odbacuje, čime se smanjuje iskorišćenje ribe.

Rezultati prosečnog hemijskog sastava i sadržaja holesterola u filetima pastrmke (tabela 2) nisu se statistički značajno razlikovali u ispitivanim periodima. Utvrđeni sadržaj proteina u pastrmci (17,34–17,81%) i masti (1,28–2,28%) bio je niži u poređenju sa podacima koje navode Bud i dr., 2008 (proteini 18,88% i masti 2,94%) i Celik i dr., 2008 (proteini 19,6% i mast 4,43%). Sadržaj vode (78,40–79,88%) bio je veći u odnosu na sadržaj vode u ispitivanjima Buda i dr., 2008 (77,03%) i Celik i dr., 2008 (71,65%), dok je procenat pepela (1,19–1,35) bio sličan rezultatima Buda i dr., 2008 (1,15) i Celika i dr., 2008 (1,36%).

Hemijski sastav pastrmke zavisi od uzrasta i mnogih ekoloških činilaca (Plavša i dr., 2000; Rasmussen i dr., 2000). Prema Grujiću (2000), meso jedinki kalifornijske pastrmke sadrži 20% proteina, 3,8% masti, 1,2% pepela i 75% vode. U ispitivanjima Plavše i dr. (2000), utvrđeni sadržaj vode je 72,85 do 74,20%, proteina 18,16 do 18,51%, masti 7,02 do 8,27% i pepela 1,27 do 1,28%. Prosečan sadržaj pepela (1,19–1,35%) i proteina (17,34–17,81%) u ispitanim uzorcima fileta pastrmke je bio blizak podacima koje navode Savić i dr. (2004), (pepeo 1,45% i proteini 17,13%). Utvrđeni sadržaj vode (78,40–79,88%) je znatno veći u odnosu na

sadržaj vode (71,95%) u pomenutoj studiji, dok je sadržaj masti (1,41–2,28%) znatno manji (9,07%).

Utvrđena je statistički značajna razlika u sadržaju proteina u filetima šarana u septembru (18,28%) u odnosu na sadržaj proteina u oktobru i decembru (17,26% i 17,11%). U ispitanim uzorcima šarana, uzorkovanim u oktobru, sadržaj masti (4,71%) bio je statistički značajno veći, a sadržaj vode manji (75,72%) u poređenju sa prethodnim periodom septembrom (3,02% masti, 77,46% vode) i narednim–decembrom (3,23% masti, 78,83% vode). Statistički značajno veći sadržaj pepela (1,12%) utvrđen je u filetima šarana uzorkovanim u oktobru, u odnosu na sadržaj pepela u jedinkama šarana uzorkovanim u septembru (1,05%) i decembru (1,04%).

U filetima šarana prosečni sadržaj proteina (17,11–18,28%) i sadržaj vode (75,72–78,83%) su bili viši u poređenju sa ispitivanjima *Buda i dr.* (2008) (proteini 16,6% i sadržaj vode 73,22%), dok su sadržaj masti (3,02–4,71%) i pepela (1,04–1,12%) bili niži od podataka iz ove studije (mast 8,97%, pepeo 1,20%).

Prosečan sadržaj proteina (pastrmka 17,34 do 17,81%, šaran 17,11 do 18,28%), masti (pastrmka 1,28 do 2,28%, šaran 3,02 do 4,71%), vode (pastrmka 78,40 do 79,88%, šaran 75,72 do 78,83%), su u skladu sa podacima koje iznose *Ćirković i dr.* (2002): sadržaj proteina (pastrmka 19–20%, šaran 16%–18%), mast (pastrmka 2,70%, šaran 4,00%), vode (pastrmka 76,30%, šaran 78,90%).

Studija *Gulera i dr.* (2008) je pokazala da je sadržaj masti u ispitanom šaranu u jesen iznosio 1,31%, i niži je, u poređenju sa hladnijim periodom (zima 4,45% masti). *Rasoarahona i dr.* (2004) našli su niži sadržaj masti u šaranu, u toplijem periodu, od 0,91% do 0,93%, u poređenju sa hladnijim, od 1,65% do 1,73%. Naši prethodno objavljeni rezultati (*Trbović i dr.*, 2009) u skladu su sa navedenim, jer je sadržaj masti u uzorcima jednogodišnjeg šarana u aprilu i junu, 2,25% i 2,37%, bio niži u odnosu na sadržaj masti utvrđen u ovom ispitivanju, koje je bilo u oktobru i decembru, 4,71% i 3,23%, respektivno.

Količina masti u mesu ribe nije konstantna i menja se tokom godine, a obrnuto je proporcionalna sadržaju vode (*Brkić*, 1996). Riba različitog uzrasta ima različit sadržaj masti, a uzrok tome je intenzivniji rast mlade ribe (*Krvarić i Mužinić*, 1950).

Hemijski sastav mesa šarana je u direktnoj vezi sa masom šarana (uzrastom) i godišnjim dobom (*Geri*, 1995a). Utvrđeni sadržaj proteina u ispitanim uzorcima fileta šarana, u tri perioda ispitivanja, je bio 18,28%, 17,26% i 17,11%, respektivno, što je u skladu sa rezultatima *Geri i dr.* (1995b), u kojima je, takođe, utvrđeno smanjenje sadržaja proteina u

mesu šarana različitog uzrasta (12, 15 i 18 meseci) i može da se objasni sezonskim uticajem.

U našim ispitivanjima (tabela 2), sadržaj holesterola u uzorcima kalifornijske pastrmke je bio 45,26 mg/100 g, 44,12 mg/100 g i 46,47 mg/100 g, respektivno, što je u skladu sa ispitivanjima *Kopicove i Vavreinove*, 2007 (pastrmka *Salmo trutta* 41 mg/100 g), a veći je u ispitivanjima *Celika i dr.* 2008, (kalifornijska pastrmka 35,04 mg/100 g). Utvrđeni sadržaj holesterola je niži u odnosu na vrednosti koje navode *Piironen i dr.* 2002 (pastrmka 60 mg/100 g).

U našem ispitivanju, utvrđeni sadržaj holesterola u filetima šarana od 48,55 mg/100 g do 53,17 mg/100 g je blizak rezultatima *Vacha i Tvrzicka* 1995, (komercijalni šaran iz ribnjaka, u zimskom periodu, u Češkoj, 55,20 mg/100 g) i *Kopicova i Vavreina* 2007, (*Cyprinus carpio* 47 mg/100 g i *Ctenopharyngodon idellus* 52 mg/100 g), a znatno je niži od rezultata za različite vrste šarana koje navode *Bieniarz i dr.* 2001, (od 59,6 do 117,5 mg/100 g) i *Komprda i dr.* 2003, (od 69,4 mg/100 g do 77,6 mg/100 g). Dobijeni rezultati u okviru naših ispitivanja za sadržaj holesterola (od 48,55 mg/100 g do 53,17 mg/100 g) pokazali su da nije postojala statistički značajna razlika kod šarana različitog uzrasta, što je slično rezultatima koje su dobili *Geri i dr.* 1995b, (od 86,76 do 89,99 mg/100 g).

Sadržaj holesterola u mesu šarana je uslovljen i genetskim činiocima. Tako, ispitivanje *Bieniarza i dr.* (2001), sprovedeno na nekoliko različitih vrsta šarana u Poljskoj, pokazalo je da je sadržaj holesterola bio od 59,6 mg/100 g (tip japanskog šarana) do 233,5 mg/100 g (Starzawski šaran). Utvrđene su značajne razlike u sadržaju holesterola između pojedinih tipova šarana, ali i u okviru svakog tipa u različitim proizvodnim periodima.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti sledeće:

1. Prosečne telesne mase i dužine ispitanih pastrmki, uzorkovanih u različitim periodima (mart, juni i septembar 2009. godine), iz različitih bazena, statistički su se značajno razlikovale, što je prvenstveno posledica uticaja ishrane, odnosno različitog hemijskog sastava konzumirane hrane. U periodu od septembra do decembra, 2009. godine, povećala se prosečna masa ispitanih jedinki šarana (1478 g, septembar i 2143 g, decembar). U poređenju sa podacima za dužinu šarana iz septembra (36,6 cm) i oktobra (36,7 cm), najveća prosečna dužina jedinki je bila u decembru (40,7 cm).

2. Prosečan sadržaj proteina u filetima pastrmke, uzorkovane u martu, junu i septembru, i šarana, uzorkovanom u septembru, oktobru i decembru 2009. godine, bio je od 17,34% do 17,81% i od 17,11% do 18,28%, respektivno.

3. Sadržaj masti i holesterola je bio niži u pastrmci (od 1,28% do 2,28% masti i od 44,12 mg/100 g do 46,47 mg/100 g holesterola) u poređenju sa šaranom (od 3,02% do 4,71% masti i od 48,55 mg/100 g do 53,17 mg/100 g holesterola).

4. Prosečan sadržaj vode u pastrmci je bio veći (od 78,40% do 79,88%) u odnosu na prosečan sadržaj vode u šaranu (od 75,72% do 78,83%).

5. Prosečan sadržaj pepela u ispitanim filetima pastrmke i šarana je bio sličan, od 1,19% do 1,35%, odnosno od 1,04% do 1,12%, respektivno.

6. Prosečna energetska vrednost fileta pastrmke bila je od 72,1 do 100,3 kcal/100 g, odnosno od 301,9 do 419,8 kJ/100 g i niža je od prosečne energetske vrednosti fileta šarana, koja je bila od 82,6 do 120,9 kcal/100 g, odnosno od 345,4 do 505,8 kJ/100 g, što je posledica, pre svega, nižeg prosečnog sadržaja masti u uzorcima fileta pastrmke u odnosu na sadržaj masti u filetima šarana u sva tri perioda ispitivanja.

Rezultati ispitivanja prosečnog hemijskog sastava fileta šarana, u sva tri perioda uzorkovanja (septembar, oktobar i decembar 2009. godine), ukazuju da su uslovi gajenja šarana standardizovani, a promene u sadržaju nutrijenata uslovljene rastom i sezonskim uticajem.

S obzirom na rastuće potrebe stanovništva za proteinima životinjskog porekla, značaj mesa ribe, posebno iz akvakulture, sve je veći. Takođe, nizak sadržaj masti i relativno nizak sadržaj holesterola, kao i značajan sadržaj minerala, vitamina i esencijalnih masnih kiselina (n-3), svrstavaju ribu u jednu od nutritivno najvrednijih namirnica u ishrani ljudi. Važno je napomenuti da je konzumiranje mesa ribe manje opterećeno različitim aditivima koji se u savremenoj proizvodnji hrane koriste kao dodaci u toku tehnološkog postupka prerade mesa krupne stoke i živine.

Rezultati proistekli iz ovih ispitivanja omogućili su dobijanje praktičnih i naučno zasnovanih informacija o hemijskom sastavu i sadržaju holesterola u filetima pastrmke i šarana, dve vrste ribe koje se kod nas najčešće jedu.

Literatura

- Anon, 2003. Nutritional aspects of fish, Bord Iascaigh Mhara/ Irish Sea Fisheries Board, Dun Laoghaire Co., Dublin.
- Baltić M., Kilibarda N., Dimitrijević M., Karabasil N., 2009. Meso ribe – značaj i potrošnja, Međunarodna konferencija „Ribarstvo“, Poljoprivredni fakultet u Zemunu, 27–29. maj, 2009, Zbornik predavanja, 280–287.
- Basavaraja N., Nandeesha M.C., Varghese T. J., 1989. Effects of diethylstilbestrol on the growth body composition and organoleptic quality of the common carp. *Indian J. Anim. Sci.*, 59, 757–762.
- Bieniarz K., Koldras M., Kaminski J., Mejza T., 2001. Fatty acids, fat and cholesterol in some lines of carp (*Cyprinus carpio*) in Poland. *Archives of Polish Fisheries*, 9, 5–24.
- Brkić B., 1996. O hemijskom sastavu i hranjivoj vrednosti ribljeg mesa, Morsko ribolovstvo, XXIII, 11–12, 109–112.
- Buchtova H., Svobodova Z., Križek M., Vacha F., Kocour M., Velišek J., 2007. Fatty acid composition in intramuscular lipids of experimental scaly crossbreds in 3-year-old common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Veterinaria Brno*, 76, S73–S81.
- 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.
- Celik M., Gocke M., Basusta N., Kucukgulmez A., Tasbozan O., Tabakogly S., 2008. Nutritional quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) caught from the Ataturk Dam lake in Turkey. *Journal of Muscle Foods*, 19, 1, 50–61.
- Conor W. E., 2000. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 71S, 171–175.
- Čičovački S., 2009. Efekat nivoa proteina i energije u ishrani šarana, Međunarodna konferencija „Ribarstvo“, Poljoprivredni fakultet u Zemunu, 27–29. maj, 2009, Zbornik predavanja, 351–357.
- Ćirković M., Jovanović B., Maletin S., 2002. Ribarstvo – biologija – tehnologija – ekologija – ekonomija. Poljoprivredni fakultet, Univezitet u Novom Sadu.
- Fauconneau B., Corraze G., Lebaill P.Y., Varnier J. M., 1991. Lipid storage in fish: cellular, metabolic and hormonal control. *Intra. Prod. Anim.*, 3: 369–381.
- Fauconneau B., Alami-Durante H., Laroche M., Marcel J., Vallot D., 1995. Growth and meat quality relations in carp. *Aquaculture*, 129, 265–297.
- Geri G., Lupi P., Parisi G., Dell Angello M., Martini A., Ponzetta M. P., 1995a. Morphological characteristics and chemical composition of muscle in the mirror carp (*Cyprinus carpio* var. *specularis*) as influenced by body weight. *Aquaculture*, 129, 323–327.
- Geri G., Poli B. M., Gualtieri M., Lupi P., Parisi G., 1995b. 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.
- Griffin B.A., 1999. Lipoprotein atherogenicity: an overview of current mechanisms. *Proc. Nutr. Soc.*, 58, 163–169.
- Grujić R., 2000. Nauka o ishrani čoveka, Izdavač Tehnološki fakultet, Atlantik, Banja Luka
- 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.
- 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. *J. Anim. Sci.*, 71, 807–810.

- Hornstra G., 1999.** Lipids in functional foods in relation to cardiovascular disease. *Fett/Lipid*, 101, 456–466.
- Jakobsen K., 1999.** Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives. *Fett/Lipid*, 101, 475–483.
- 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., Kladroba D., Blažkova E., Fajmonova E., 2003.** Cholesterol and fatty acid content in meat of turkeys fed diets with sunflower, linseed or fish oil. *Arch. Geflügelk.*, 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 Sci.*, 76, 1264–1271.
- Kopicova Z., Vavreanova S., 2007.** Occurrence of squalene and cholesterol in various species of Czech freshwater fish. *Czech Journal of Food Sciences*, 25, 195–201.
- Kris-Etherton 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.
- Kris-Etherton P. M., Harris W. S., Appel L. J., 2002.** Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Circulation*, 106, 2747–2757.
- Krvarić M. i Mužinić R., 1950.** Investigation into the content in the sardine tissues. *Acta Adriatica*, 8, 291–314.
- Lekić-Arandelović I., Kilibarda N., Dimitrijević M., Karabasil N., 2008.** Potrošnja ribe u svetu. *Evropskoj uniji i Srbiji, Zbornik radova i kratkih sadržaja*, 20. Savetovanje veterinarara Srbije, Zlatibor, 94–97.
- Lepšanović L., Lepšanović Lj., 2000.** Klinička lipidologija. *Savremena administracija*, Beograd.
- Lepšanović Lj., 2003.** Masti iz ishrane i oboljenja srca i krvnih sudova. *Uljarstvo*, 34: 3–21.
- 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. *Nutr. Rep. Int.* 29, 621–638.
- Luzia A. L., 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.
- Okuyama H., Kabayaschi T., Watanabe S., 1997.** Dietary fatty acids-the n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases. Excess linoleic acid and relative n-3 deficiency syndrome seen in Japan. *Lipid Res.*, 35, 409–457.
- 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.
- 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, 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 Jugoslavenskom simpozijumu „Ribarstvo Jugoslavije“ – Vračar, Beograd.*
- Rasmussen R. S., Ostfeld T. H., Ronsholdt B. R., Mc Leon E., 2000.** Manipulation of end-product quality of rainbow trout with finishing diets. *Aquaculture Nutrition*, Vol.6, Issue 1, p.17.
- Rasoarahona J. R. E., Barnathan G., Bianchini J. P., Gaydon M. E. 2004.** Annual Evaluation of Fatty Acid Profile from Muscle Lipids of the Common Carp (*Cyprinus carpio*) in Madagascar Inland Waters. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 52, 7339–7344.
- 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.
- Schroepfer G. J. Jr., 2000.** Oxysterols: modularors of cholesterol metabolism and other processes. *Physiol. Rev.* 80, 361–554.
- Shimeno S., Kheyvvali D., Takeda M., 1990.** Metabolic adaptation to prolonged starvation in carp. *Nippon Svisan Gakkaishi*, 56, 35–41.
- Shimeno S., Shikata T., 1993.** Effects of acclimation temperature and feeding rate on carbohydrate enzyme activity and lipid content of common carp. *Nippon Svisan Gakkaishi*, 59, 661–666.
- Sidhu K. S., 2003.** Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 38 (3), 336–344.
- 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
- Spiric A., Trbovic D., Vranic D., Djinovic J., Petronijevic R., Matekalo-Sverak V., 2010.** Statistical evaluation of fatty acid profile and cholesterol content in fish (common carp) lipids obtained by different sample preparation procedures. *Analytica Chimica Acta*, 672, 66–71.
- 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).
- Ševković N., Pribičević S., Rajić I., 1987.** *Ishrana domaćih životinja*, Naučna knjiga.
- Tikeogly N., 2000.** *İc Su Balıkları Yetistireciligi*, Cukurova Universitesi Su Urunleri Fakultesi Ders Kitabi No.2, Adana, Turkey.
- Trbović D., Vranić D., Đinović J., Borović B., Spirić D., Babić J., Spirić A., 2009.** Masnokiselinski sastav i sadržaj holesterola u mišićnim tkivu jednogodišnjeg šarana

(*Cyprinus carpio*) u fazi uzgoja, Tehnologija mesa, 50, 5–6, 276–286.

Vacha F., Tvrzicka E., 1995. Content of polyunsaturated fatty acids and cholesterol in muscle tissue of tench (*Tinca tinca*), common carp (*Cyprinus carpio*) and hybrid of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) with silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). Pol. Arch. Hydrobiol. 42(1–2), 151–157.

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.

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.

Nutritional quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and common carp (*Cyprinus carpio*) from aquaculture

Vranić Danijela, Trbović Dejana, Đinović Jasna, Mažić Zoran, Spirić Danka, Milićević Dragan, Spirić Aurelija

S u m m a r y: High protein content, low fat content and relatively low content of cholesterol, as well as considerable contents of minerals, vitamins and essential fatty acids (n-3), make fish meat as one of the nutritionally most valuable food stuffs in human nutrition. Consumption of meat of large livestock in our country is approximately the same as in the World – around 40 kg per capita annually, and consumption of fish, according to the assessment of the production volume and import, only 4,5–5,0 kg. On domestic market, the highest is the supply of fresh water fish from aquaculture, i.e. carp and trout species (carp, amur/grass carp, silver carp, trout). Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is one of the most popular fish species in the nature, but in numerous countries it is also known and accepted as cultivated species, because of its fast growth and excellent nutritional quality. Carp (*Cyprinus carpio* L.) is the most present fish farmed in warm water fish ponds, and it is characterized by numerous quality properties and whose meat is very nutritious and tasty. Objective of this study was to determine the main chemical composition and content of cholesterol in samples of table trout and common carp collected in March, June and September 2009, and September, October and December 2009, respectively. And because of the importance in human nutrition, based on obtained data, energy values were calculated for fillets of investigated trout and common carps. Experimental data is processed statistically by using variance analysis (ANOVA test) at the level of significance of $p=0,05$. Average body masses and lengths of studied trout during the investigation period have differed statistically significantly, which is consequence of different fat content in consumed feed, as well as the fact that they originated from different main flocks.

In the period from September to December 2009, a significant increase of average body mass of studied common carp individual fish occurred.

Average protein content in trout and common carp fillets ranged from 17,34% to 17,81% and from 17,11% to 18,28%, respectively. Contents of fat and cholesterol were lower in trout (from 1,28% to 2,28% of fat and from 44,12 mg/100 g to 46,47 mg/100 g of cholesterol) compared to common carp (from 3,02% to 4,71% of fat and from 48,55 mg/100 g to 53,17 mg/100 g of cholesterol). Average water content in trout was higher (78,40% to 79,88%) compared to average water content in common carp (75,72% to 78,83%). Average values of content of ashes in studied trout and common carp fillets were very similar and ranged from 1,19% to 1,35%, and from 1,04% to 1,12%, respectively.

Key words: aquaculture, rainbow trout, common carp, nutritional quality, cholesterol

Rad primljen: 3.09.2010.

Rad prihvaćen: 27.09.2010.

Studija o nalazu pšeničnog glutena u različitim životnim namirnicama*

Spirić Danka¹, Borović Branka¹, Velebit Branko¹, Lakićević Brankica¹, Babić Jelena¹, Milijašević Milan¹, Janković Vesna¹

Sadržaj: Gluten je skladišni protein iz zrna pšenice, raži, ječma i njihovih hibridnih vrsta. Gluten, odnosno njegova prolaminska frakcija gliadin, je alergen koji izaziva zapaljenje crevne mukoze, kod osetljivih, genetski predisponiranih osoba. Oboljenje koje gluten izaziva – celijakija, može se sprečiti jedino doživotnom primenom „gluten free“ dijetete. Prema Codexu alimentariusu, namirnice sa sadržajem glutena manjim od 20 mg/kg pogodne su za „gluten free“ dijetu, a namirnice sa sadržajem glutena od 20 do 100 mg/kg mogu se deklarirati kao „namirnice sa smanjenim sadržajem glutena“. Cilj ovog rada je bio da se ispita bezbednost proizvoda koji su deklarirani kao pogodni za ishranu ljudi obolelih od celijakije i namirnica koje po svom sastavu ne sadrže gluten i proteine žitarica. ELISA metodom ispitan je 561 uzorak; 472 proizvoda koji po svojoj prirodi ne sadrže soju i 89 proizvoda deklariranih kao „gluten-free“ dijetetske namirnice. U svim uzorcima sa deklaracijom „bez glutena“/„gluten free“ koje smo ispitali, sadržaj glutena je bio manji od limita detekcije metode (3 mg/kg). U soji, koja po svojoj prirodi ne sadrži gluten, utvrđen je gluten u tragovima u 11% uzoraka. Sadržaj glutena od 3 do 20 mg/kg, nađen je u manje od 1%, a samo dva uzorka od ispitanih 472, imala su vrednosti sadržaja glutena veće od 100 mg/kg. Rezultati su obrađeni statističkim programima Origin 8 i Statistica 7, metodama deskriptivne statistike.

Ključne reči: gluten, R5 ELISA, soja, namirnice.

Uvod

Gluten je frakcija proteina koja se nalazi u plodovima pojedinih vrsta žitarica. Najviše ga ima u endospermu zrna pšenice, raži i ječma, u maloj količini u ovsu, a kukuruz i pirinač ne sadrže gluten. Proteinski kompleks glutena, podeljen je na prolamine, rastvorljive u alkoholu, i gluteline koji su nerastvorljivi u alkoholu. Gliadin i druga komponenta glutena, glutenin, nalaze se u odnosu 1:1. Gliadin se sastoji iz alfa, beta, gama i omega gliadina (Lester, 2008). Podela je sačinjena prema brzini razdvajanja tokom elektroforeze i prema razlici u amino-kiselinskim sekvencama. Glutenin se sastoji od subjedinica male i velike molekulske mase (LMW–low molecular weight i HMW–high molecular weight).

Namirnice koje sadrže gluten su namirnice u koje se, u nekoj od tehnoloških faza, u njihov sastav uključuju pšenica, raž, ječam, ili ovas. U tabeli 1

prikazane su grupe namirnica i očekivana zastupljenost glutena u njima.

Namirnice u kojima je najmanja verovatnoća nalaženja glutena su voće, povrće, meso, proizvodi od mleka i namirnice koje se dobijaju preradom sirovina koje ne sadrže žitarice. Intolerancija na gluten se najčešće javlja kod osetljivih i genetski predisponiranih osoba (Briani i dr., 2008; Rostami i dr., 2004). Iz navedenih razloga ove osobe treba da se celog života pridržavaju posebnog režima ishrane, odnosno da iz svoje ishrane isključe namirnice koje sadrže gluten. Obazrivost osoba koje se pridržavaju dijetete „bez glutena“ neophodna je i pri konzumiranju proizvoda na bazi žitarica koji su prošli niz tehnoloških postupaka kojima je ekstrahovan gluten, jer, usled nepotpune ekstrakcije, postoji mogućnost pojave tragova glutena. Osobina pšeničnog glutena da vezuje i emulguje, korišćena je često u industriji mesa pri proizvodnji kobasica, pašteta i drugih proizvoda od mesa (Wangang i dr., 2010). Iz tih razlo-

***Napomena:** Prezentovani rezultati proistekli su iz projekta „Unapređenje metoda kontrole bezbednosti i kvaliteta proizvoda od mesa radi potpunije zaštite zdravlja i interesa potrošača“ ev. br. TR20145, koji u okviru Programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

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

Tabela 1. Vodič za dijetu „bez glutena“ (Shendry i dr., 2009)**Table 1.** Gluten-Free Diet Guidelines (Shendry et al., 2009)

Izbegavati sledeće namirnice/Avoid following food stuffs (in any form)
<ul style="list-style-type: none"> • Sve vrste brašna (klice, mekinje, ljuspice, griz, durum, graham brašno, einkorn brašno, bulgur, kus-kus, raž, ječam, tritikale, ovas)/All wheat forms (germ, bran, spelt, semolina, durum, faro, graham, einkorn, bulgar, conscous), rye, barley, triticale, oat • Izbegavati proizvode koji sadrže laktozu tokom akutnog pogoršanja stanja/Avoid lactose products during acute exacerbations
Dozvoljeno/Allowed
<ul style="list-style-type: none"> • Voće, povrće, riba, meso, kukuruz, pirinač, krompir, tapioka, kvinoa, amarant, lan, orahova brašna, arrowroot, leguminoze, pasulj, garfava, šećerna trska, proso, tef brašno/Vegetables, fruits, fish and meat, rice, corn (maize), potato, tapioca, quinoa, amaranth, flax, nut flours, arrowroot, beans, garfava, lentil, sorghum, buckwheat, millet, xanthum gum, guar gum
Obazrivost kod sledećih proizvoda na bazi žita/Caution with these potentially grain-based products
<ul style="list-style-type: none"> • Skrobovi, slad (u vidu aroma, ekstrakta, sirupa), šećerne glazure, soja sos, punjenja, penasti i gumeni dezerti/Food starch, malt (flavoring, extract, syrup), icing sugar, soy sauce, fillings, gum base, hydrolyzed vegetable or plant protein, white vinegar, some fat substitutes, some medications • Hidrolizovani proteini biljaka i povrća, belo vinsko sirće, biljne zamene za masnoću i neki medicinski i kozmetički preparati/Hydrolyzed vegetable or plant protein, white vinegar, some fat substitutes, some medications

ga je pri konzumiranju ovih namirnica potrebna obazrivost osoba koje se pridržavaju dijetu „bez glutena“.

Preosetljivost na gluten je označena kao celijakija, celijačna bolest, i osim režima ishrane u obliku dijetu bez glutena, ne postoji lek za ovaj hronični poremećaj. Fragmenti gliadina iz hrane odgovorni su za proliferaciju T-limfocita intestinalne mukoze (Thompson i Mendez, 2008). Prvi simptomi oboljenja su, najčešće, mučnina, povraćanje, dijareja i gubitak telesne mase (Guandalini i Gupta, 2002). Mnogi pacijenti nemaju kliničke znake, već je bolest u latentnom obliku, a dijagnostikuje se serološkim testovima ili biopsijom creva (Di Sabatino i Roberto, 2009). Režim ishrane u vidu izbegavanja hrane u kojoj se može naći gluten, umanjuje mogućnost pojave drugih autoimunih oboljenja (Niewinski, 2008;

Briani i dr., 2008). Pored antitela specifičnih za uzročnika celijakije, gliadina, kod pacijenata su u crevnoj mukozi prisutna i autoantitela tkivne transglutaminaze, TG2 Ab. Prisustvo ovih autoantitela direktno dovodi do poremećaja fizioloških procesa na nivou intestinalnih ćelija mukoze, što indirektno dovodi do atrofije crevnih resica i dalje do ozbiljnih oštećenja jetre (Sollid i Jabri, 2005). Izostanak pravovremenog lečenja, tj. nepridržavanje „gluten-free“ dijetu, olakšava pojavu drugih autoimunih oboljenja kojima su osobe sa celijakijom genetski sklone: maligna oboljenja digestivnog trakta, osteoporoza i diabetes melitus (Ciclitira i dr., 2005). Zastupljenost celijakije u različitim državama gde su sprovedena istraživanja pojave oboljenja, prikazana su u tabeli 2.

Rezultati nekih autora (Ress i dr., 2007; Rostami i dr., 2004; Fasano i dr., 2003) ukazuju da

Tabela 2. Prevalenca celijakije u Evropi i svetu (prema Guandalini i dr., 2002)**Table 2.** Prevalence of celiac disease in Europe and World (according Guandalini et al., 2002)

Prevalenca celijakije/ <i>Prevalence of celiac disease</i>	Prevalenca prema kliničkoj dijagnozi/ <i>Area Prevalence on clinical diagnosis</i>	Prevalenca prema skriningu/ <i>Prevalence from screening</i>
Danska/Denmark [53]	1:10.000	1:330
Finska/Finland [54]	1:1000	1:130
Nemačka/Germany [55, 56]	1:2300	1:500
Italija/Italy [57]	1:1000	1:184
Holandija/Netherlands [58, 59]	1:4500	1:198
SAD/US [5]	1:10.000	1:250
Švedska/Sweden [60]		1:100
Prosek/Average	1:3345	1:241

je prevalenca celijakije 1:300, a pri tome je 1% populacije nosilac gena za celijakiju.

Prema Codexu alimentariusu (118/1979, amm. 1983, rev. 2008), hrana sa oznakom „gluten-free“ (bez glutena) su namirnice koje se sastoje od jednog ili više sastojaka koji ne sadrže pšenicu, raž, ječam, ovas ili njihove hibride, a kod kojih sadržaj glutena ne prelazi 20 mg/kg u trenutku dospeća do krajnjeg potrošača. Takođe, oznaku „gluten-free“ mogu nositi i namirnice koje sadrže ili se sastoje od jedne ili više žitarica (pšenica, raž, ječam, ovas ili njihovih hibrida) koje su podvrgnute specijalnim tehnološkim procesima uklanjanja glutena, i kod kojih sadržaj glutena ne prelazi 20 mg/kg. Posebna kategorija hrane sa smanjenim sadržajem glutena su namirnice koje se sastoje ili sadrže pšenicu, raž, ječam, ovas ili njihove hibride, a kod kojih je sadržaj glutena u intervalu od 20 mg/kg do 100 mg/kg. Za detekciju glutena u namirnicama mogu da se koriste: imunološke metode, metode lančane polimerazne reakcije (*Debnath i dr.*, 2009), metoda masene spektrometrije – Matrix Assisted Laser Desorption Ionization/Time-of-flight mass analyzer MALDI/TOF MS (*Li i dr.*, 2009) i metode tečne hromatografije - High-performance anion-exchange chromatography coupled with pulsed amperometric detection (HPAEC-IPAD) (*Rombouts i dr.*, 2009). Imunološke metode kojima se detektuje gluten prisutan u namirnicama zasnovane su na reakciji primarnih antitela i prolaminskih frakcija glutena iz uzorka. Od 1990, kada su sintetisana prva antitela za detekciju glutena, do danas korišćena su sledeća antitela: MAb 401.21, PN3 MAb i R5 MAb (*Van Eckert*, 2010). Prvobitno korišćena antitela MAb 401.21 razvili su *Skerit i Hill* (1990), a validovala AOAC, (Association of Analytical Chemists 1991), kroz „ring“-tesove. Ova antitela reaguju, uglavnom, sa komponentom omega gliadina, a korišćena su u komercijalnim kitovima: BioKits Gluten Assay Kit (Tepnel BioSystems Ltd.), UK, RIDA-SCREEN Gluten Kit R6101, stari test sistem R-Biopharm AG, Germany, i Transia Plate Gluten (Transia GmbH), UK. PN3 Mab antitela reaguju sa alfa prolaminima, kako sa gliadinom tako i sa sekalinom, aveninom i hordeinom, iz raži, ovasa, odnosno ječma. Za ova antitela utvrđeno je da ne reaguju sa subjedinicama glutenina HMW (*Bermudo i dr.*, 2005). Monoklonalna antitela R5, prvobitno sintetisana za reakciju sa sekalinom, pokazala su isti stepen reaktivnosti sa gliadinom i hordeinom, dok sa aveninom nisu reagovala. Svaki od ova tri proteina detektuje različite kombinacije proteina (*Van Eckert i dr.*, 2010). PN3-mAb antitela uglavnom reaguju sa alfa gliadinima, a R5 uglavnom sa alfa, gama i omega gliadinima. 401.21-mAb antitela reaguju sa

omega gliadinima, u većoj meri sa LMW nego sa HMW gluteninima, a mnogo manje sa alfa i gama gliadinima. Prema revidiranom Codex alimentariusu (118/1979, amm. 1983, rev.2008), ELISA metode koje koriste R5 monoklonalna antitela predstavljena su kao najpogodnije imunološke metode za detekciju glutena u namirnicama.

Cilj našeg rada je bio da se jednom opsežnom studijom ispita bezbednost proizvoda na našem tržištu, koji su deklarirani kao pogodni za ishranu ljudi obolelih od celijakije i namirnica, koje po svom sastavu ne sadrže gluten i proteine žitarica.

Materijal i metode

U toku perioda od deset meseci ispitan je ukupno 561 uzorak različitih vrsta namirnica. Od ukupnog broja ispitanih uzoraka 89 je deklarirano oznakom „bez glutena“, a preostali uzorci su namirnice ili sirovine koje, prema Codex alimentariusu (118/1979, amm. 1983, rev. 2008), zbog porekla sirovine i tehnološkog procesa prerade, mogu da nose oznaku „hrana po svojim prirodnim svojstvima bez glutena“. Svi ispitani uzorci koji su prema važećem Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti dječetskih proizvoda (Sl. glasnik RS 45/10) označeni deklaracijom „bez glutena/gluten free“, analizirani su akreditovanom ELISA metodom za određivanje sadržaja glutena sa komercijalnim kitovima proizvođača Immunolab i Tepnel. Kit proizvođača Tepnel korišćen je samo u početku. Nakon što je paralelnim ispitivanjima utvrđeno da rezultati analiza uzoraka ispitanih ovim kitom daju lažno pozitivan odgovor, za ispitivanje preostalih 561 uzorka korišćen je kit proizvođača Immunolab. Reakcija ovog kita bazirana je na „sendvič“ tipu ELISA reakcije gliadina iz uzorka/standarda i monoklonalnih R5 antitela specifičnih za fragmente gliadina (*Van Eckert i dr.*, 2010), koji izazivaju stimulaciju T-ćelija mukoze tankog creva (*Heap i dr.*, 2009). Deklarirani limit detekcije kita proizvođača Immunolab je 0,3 mg/kg (Test Instruction Gluten/Gliadin, GLU-E02 Immunolab, Deutschland). Antitela koja su korišćena u metodi ovog proizvođača reaguju, uglavnom, sa omega gliadinom, koji je jedini termostabilan. U zavisnosti od standarda koji se koriste prilikom ispitivanja (alfa-, beta-, gama- ili omega gliadin), odgovor može biti jačeg ili slabijeg intenziteta (*Thompson i Mendez*, 2008). Za internu kontrolu prinosa reakcije korišćeno je kukuruzno brašno. Nakon procesa ekstrakcije, dokazano je da je sadržaj glutena u ovim uzorcima ispod limita detekcije. Rastvor glutena dobijen je iz referentnog materijala 8418 Wheat Gluten, U.S. Department of Commerce National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg,

MD 20899. Ovim rastvorom obogaćeni su uzorci kukuruznog brašna, koje je u prethodnom ogledu dalo vrednost glutena ispod limita detekcije.

Ekstrakcija gliadina: Gliadin je prolamin rastvorljiv u 40–90% alkoholu, i nerastvorljiv u 0,5 M NaCl, dok je glutenin nerastvorljiv u alkoholu i fiziološkom rastvoru. Ove osobine osnova su za proces ekstrakcije gliadina u vodenom rastvoru etanola. Samleveni i homogenizovani uzorci ekstrahovani su u 40% etanolu (1 g uzorka : 10 ml rastvora etanola), vorteksovani i centrifugirani 10 minuta na 3000 obrtaja u minuti. Nakon toga, supernatant je dodatno razblažen rastvorom Tris pufera, 1:100, zbog osobine β -merkaptetoetanolu da ometa ELISA reakciju.

Princip reakcije: U ogledu je korišćeno po 100 μ l razblaženog ekstrakta. Nakon inkubacije na sobnoj temperaturi u trajanju od 1 časa i ispiranja nevezanog sadržaja, dodat je konjugovani enzim „horse-radish“ peroksidaza (HRP) i uzorci su inkubirani još 30 minuta. Nevezana količina antigliadin peroksidaze je isprana i dodat je hromogen tetrametilbenzidin (TMB). Bojena reakcija prekinuta je dodavanjem 0,5 M H_2SO_4 . Dobijene vrednosti absorbanci očitane su na MultiscanAscent spektrofotometru pri talasnoj dužini od 450 nm. Dobijeni rezultati su obrađeni i interpolirani u statističkim programima Origin 8 i Statistica 7, metodama deskriptivne statistike.

Rezultati ispitivanja i diskusija

U tabeli 3 prikazani su rezultati koji su dobijeni za namirnice „bez glutena“. Na osnovu prikazanih rezultata može se videti da su dobijene vrednosti bile manje od 3 mg/kg glutena, tj. bile su ispod limita detekcije za sve ispitane uzorke. Prinos glutena u obogaćenom uzorku kukuruza kretao se od 87% – 95%.

U deklarisanom sastavu proizvoda nije bilo naznake da se u ovim dijetetskim namirnicama nalaze pšenica, ječam, raž ili ovas, ili da su prethodno podvrgnuti ekstrakciji glutena i smanjenju sadržaja toksičnih prolamina. Može se zaključiti da su, sa sta-

novišta „gluten free“ proizvoda, ove namirnice proizvedene tako što je korišćena dobra proizvođačka praksa i sprečena unakrsna kontaminacija, i tako što su korišćene sirovine koje ne sadrže pšenični gluten. Na grafikonu 1 prikazan je nalaz glutena u različitim „gluten free“ namirnicama. Isti uzorci analizirani su kitovima dva različita proizvođača.

S obzirom da su od deset uporedo ispitanih uzoraka označenih „gluten-free“ oznakom, četiri pokazala vrednost gliadina od preko 10 mg/kg, što odgovara vrednosti 20 mg/kg glutena, kit proizvođača Tepnel nije dalje korišćen za određivanje sadržaja glutena u namirnicama.

U tabeli 4 prikazani su rezultati ispitivanja sadržaja glutena u uzorcima soje i proizvoda od soje.

U 55 od 472 ispitana uzorka (11%), određen je sadržaj glutena, u opsegu koncentracija od 3 do 20 mg/kg, dok je u 8 (< 1%), sadržaj glutena prelazio 20 mg/kg. Samo su dva uzorka, od ispitanih 472, imala vrednosti glutena veće od 100 mg/kg.

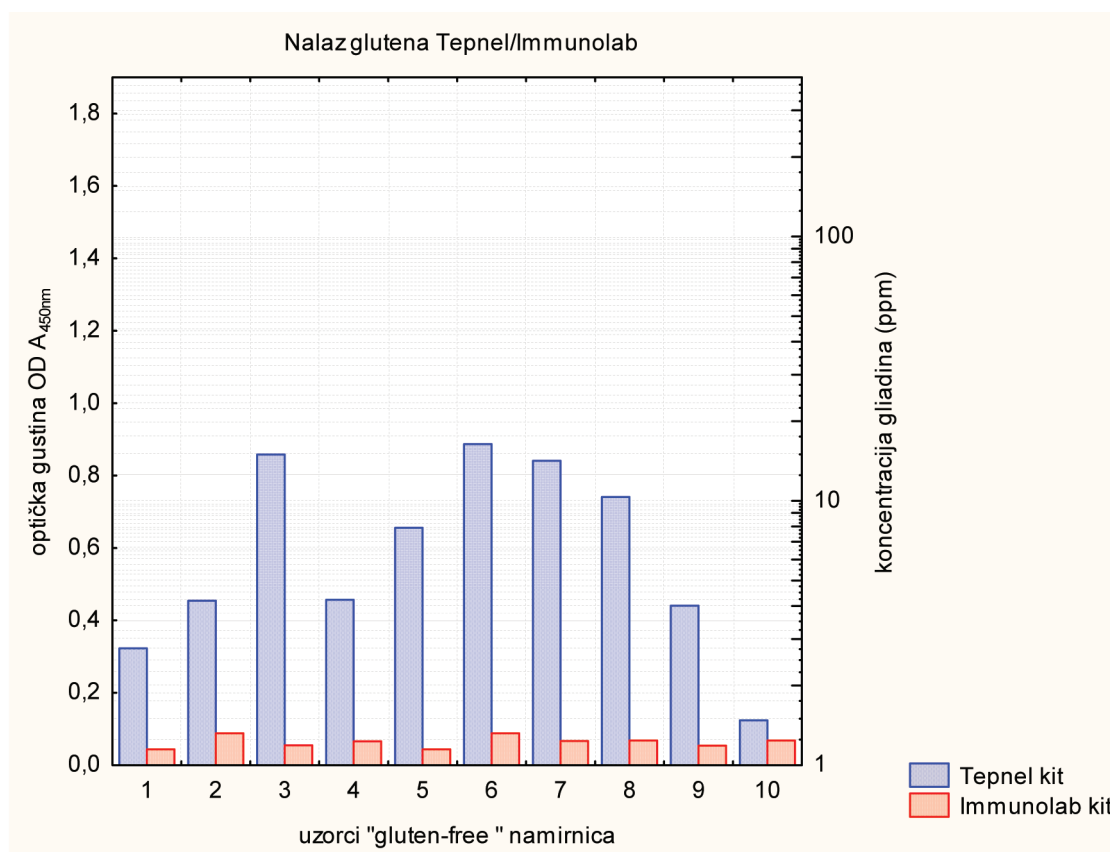
Soja je leguminoza i u svom zrnu ne sadrži toksične prolamine, uzročnike celijakije. Dobijeni rezultati za gluten u uzorcima soje, do 20 mg/kg; od 20 mg/kg do 100 mg/kg i preko 100 mg/kg, posledica su kontaminacije uzoraka, ili ukrštene reakcije nekog od sastojaka proizvoda i antitela sa mikrotitar ploče. Kontaminacija je moguća već i kod deklariranih „gluten-free“ proizvoda. Prema podacima iz literature, od 17 „gluten free“ deklariranih uzoraka čak tri su imala više od 20 mg/kg glutena, a jedan od njih je bio sojino brašno (*Olexova i dr.*, 2004). *Størsrud i dr.* (2003) su u četrnaest procenata proizvoda deklariranih kao „gluten free“ ustanovili više od 200 mg/kg glutena. U opsežnim ispitivanjima analizirano je 3000 proizvoda na prisustvo glutena, a u čak trećini „gluten free“ proizvoda sa tržišta Evrope, utvrđeno je više od 20 mg/kg glutena (*Valdés i dr.*, 2003). R5 ELISA metodom ustanovljeno je da je 15% uzoraka koji su prirodno bez glutena i 5% deklariranih kao „gluten free“ bilo kontaminirano glutenom (*Gélinas i dr.*, 2008). Zbog toga navedeni autor predlaže deklarisanje proizvoda: „može sadržati gluten“ ili „proizvedeno u fabrici gde se prera-

Tabela 3. Nalazi glutena u „gluten free“ namirnicama

Table 3. Gluten findings in „gluten free“ food stuffs

Vrsta uzorka/ <i>Type of sample</i>	Ukupno/ <i>Total</i>	< 3mg/kg*	< 3mg/kg–20 mg/kg	> 20 mg/kg
Dečija kašica/ <i>Baby food</i>	13	13	0	0
Dečiji sok/ <i>Baby juice</i>	8	8	0	0
Povrtna supa/ <i>Vegetable soup</i>	16	16	0	0
Dečije žitarice/ <i>Children's cereals</i>	48	48	0	0
Pašteta/ <i>Meat paté</i>	4	4	0	0

3 mg/kg* – limit detekcije metode/detection limit of the method



Grafikon 1. Prikaz nalaza glutena dobijenih korišćenjem ELISA kitova različitih proizvođača
Graph 1. Gluten finding obtained by using ELISA kits from different producers

Tabela 4. Sadržaj glutena u uzorcima soje i proizvoda od soje
Table 4. Gluten content in soy bean samples and soy products

Vrsta uzorka/ <i>Type of sample</i>	Ukupno/ <i>Total</i>	3mg/kg	3 mg/kg - 20 mg/kg	20-100 mg/kg	> 100 mg/kg
Sojino zrno/ <i>Soy bean seed</i>	51	48	3	0	0
Sojino brašno/ <i>Soy bean flour</i>	123	98	25	0	0
Sojine ljuspice/ <i>Soy bean hulls</i>	143	134	8	1	0
Sojin griz/ <i>Soy bean grits</i>	37	22	10	3	2
Sojine flekice/ <i>Soy bean flakes</i>	91	86	5	0	0
Sojin lecitin/ <i>Soy lecithin</i>	9	9	0	0	0
Sirće (alkoholno)/ <i>Vinegar (alcohol)</i>	1	1	0	0	0
Sojini komadići/ <i>Soy bean chunks</i>	9	7	2	0	0
Sojini odresci/ <i>Soy bean stakes</i>	3	2	1	0	0
Sojina pašteta/ <i>Soy bean paté</i>	1	0	1	0	0
Sojino ulje/ <i>Soy bean oil</i>	3	3	0	0	0
Sojino mleko u prahu/ <i>Soy bean powder milk</i>	1	1	0	0	0
Ukupno/ <i>Total</i>	472	411	55	4	2

đu je pšenica“. S obzirom na ovako visok procenat nalaza glutena u „gluten free“ proizvodima, nije iznenađujući podatak da je 13 od 59 uzoraka, koji prirodno ne sadrže gluten, imalo sadržaj glutena između 20 mg/kg i 200 mg/kg (Thompson, 2004).

Za ekstrakciju glutena iz uzoraka su korišćene plastične kivete za jednokratnu upotrebu sa čepovima i etanol iz originalnih litarskih boca. Prostorija za pripremu uzoraka, stolovi i oprema su očišćeni i nije manipulirano drugim uzorcima kod kojih se prisustvo glutena moglo očekivati. Mikrotitarske ploče su tokom inkubacije prekrivane samolepljivom folijom, a ručnim ispiranjem bunarčića izbegnuta je njihova međusobna kontaminacija. Uzorci koji su pokazali pozitivan nalaz glutena ponovo su analizirani, sa kompletnim koracima ekstrakcije i inkubacije. Primjenjene mere i principi dobre laboratorijske prakse svode na minimum mogućnost da nalaz glutena bude posledica kontaminacije nakon prispeća uzorka.

Prema deklaraciji proizvođača kita Tepnel, odnosno Immunolab, ne postoji ukrštena reakcija antigliadin antitela sa mikrotitarske ploče i proteina pirinča, kukuruza, soje, prosa, kakao praha, mleka, jaja, goveđeg mesa, i mogućnost unakrsne kontaminacije može biti vezana samo za, eventualno, prethodno izlaganje uzoraka nekim od prolamina žitarica sa kojima monoklonalna antitela imaju spo-

Tabela 5. Ukrštena reakcija antitela iz kita
Table 5. Cross reaction of antibodies from the kit

Žitarica/Cereals	Ukrštena reakcija/ Cross reaction (%)
Ječam/Barley	100
Raž/Rye	5
Triticosecale	40

sobnost ukrštene reakcije (tabela 5).

Pšenični gluten može da kontaminira sirovine koje su po svom prirodnom sastavu bez glutena u toku manipulacije ovim proizvodima. Rotacija useva, žetva, transport i skladištenje, ključne su tačke rizika

za kontaminaciju ovih sirovina. Pilot studijom koja je sprovedena u SAD, gde je ispitivan sadržaj glutena u žitaricama koje ne sadrže gluten po svom poreklu, nađeno je u sedam od 22 uzorka više od 20 mg/kg glutena. Za prolamine ovsu nije dokazano njihovo direktno toksično delovanje na pacijente obolele od celijačne bolesti. Međutim, u sprovedenom istraživanju (Størsrud i dr., 2003), u 9 od 12 uzoraka ovsu iz proizvodnog pogona detektovan je sadržaj glutena veći od 20 mg/kg.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da je neophodno ispitivanje namirnica i sirovina koje ulaze u sastav proizvoda namenjenih dijeti osoba sa intolerancijom na gluten. Potrebno je i da proizvođači usavrše odgovarajuće ELISA kitove sa niskim pragom osetljivosti za gluten i visokom specifičnošću za isti, da bi se izbegle lažno pozitivne reakcije i da bi se sa maksimalnom sigurnošću mogli utvrditi fragmenti gliadina, odgovorni za proliferaciju T-limfocita intestinalne mukoze. Namirnice koje po svojoj prirodi ne sadrže gluten, takođe bi trebalo ispitati na prisustvo glutena, jer postoji mogućnost kontaminacije, tako da proizvod gubi mogućnost deklarisanja „bez glutena“, ili „namirnica sa smanjenim sadržajem glutena“. Da bi se naglasila razlika između proizvoda koji po svojoj prirodi ne sadrže gluten od istih tih proizvoda koji nisu namenski dijetetski proizvodi za osobe obolele od celijakije, poslednjih godina, sve je češće deklarisanje proizvoda: „može sadržati gluten“ ili „proizvedeno u fabrici gde se prerađuje pšenica“. Ovakav način obeležavanja namirnica vraća poverenje osoba na specijalnom režimu ishrane u bezbednost dostupnih proizvoda.

U našim ispitivanjima u 55 od 472 ispitana uzorka (11%) određen je sadržaj glutena u opsegu koncentracija od 3 do 20 mg/kg, dok je u 8 (< 1%) uzoraka sadržaj glutena prelazio 20 mg/kg. Samo dva uzorka, od ispitanih 472, imala su vrednosti glutena veće od 100 mg/kg.

Literatura

Bermudo R., Griffin M. C., Garzon R. P. B., Ellis M., Cicilitira H. J., O'Sullivan P. J., 2005. Monoclonal antibody-based competitive assay for the sensitive detection of coeliac disease toxic prolamins. *Analytica Chimica Acta* 551, 105–114.

Briani C., Samaroo D., Alaedini A., 2008. Celiac disease: From gluten to autoimmunity. *Autoimmunity Reviews*, 7, 644–650.

Cicilitira P. J., Ellis H. J., Knut E. L. A., 2005. Gluten-free diet – what is toxic? *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 19, 359–371.

Codex standard for foods for special dietary use for persons, intolerant to gluten codex stan 118-1979, Adopted in 1979; amended 1983; revised 2008.

Debnath J., Martin A., Gowda L. R., 2009. A polymerase chain reaction directed to detect wheat glutenin: Implications

- for gluten-free labelling. Food Research International, 42, 2009, 782–787.
- Di Sabatino A., Roberto C. G., 2009.** Coeliac Disease. Lancet, 373, 1480–93.
- Fasano A., Berti I., Gerarduzzi T., 2003.** Prevalence of celiac disease in at-risk and not-at-risk groups in the United States: a large multicenter study. Archives of Internal Medicine, 163, 3, 286–92.
- Gélinas P., McKinnon C. M., Mena M. C., Méndez E., 2008.** Gluten contamination of cereal foods in Canada. International Journal of Food Science and Technology, 43, 1245–1252.
- Guandalini S., Gupta P., 2002.** Celiac disease A diagnostic challenge with many facets. Clinical and Applied Immunology Reviews, 2, 6, October-December, 293–305.
- Heap G. A., David A. van Heel, 2009.** Genetics and pathogenesis of coeliac disease. Seminars in Immunology, 21, 346–354.
- Lester D. R., 2008.** Gluten measurement and its relationship to food toxicity for celiac disease patients. Plant Methods, 4, 26 doi:10.1186/1746-4811-4-26.
- Li L., Aili W., Rudi A., Junhong M., Xianchun X., Ping L., Zhonghu H., Bekes F., Yueming Y., Wujun M., 2009.** A MALDI-TOF based analysis of high molecular weight glutenin subunits for wheat breeding. Journal of Cereal Science, 50, 2, 295–301.
- Méndez E., Vela C., Immer U., Janssen F. W., 2005.** Report of a collaborative trial to investigate the performance of the R5 enzyme linked immunoassay to determine gliadin in gluten-free food. European Journal of Gastroenterology and Hepatology, 17, 1053–1063.
- Niewinski M. M., 2008.** Advances in Celiac Disease and Gluten-Free Diet. Journal of the American Dietetic Association, 108, 661–672.
- Olexova L., Dovičovičova L., Švec M., Siekel P., Kuchta T., 2004.** Detection of gluten-containing cereals in flours and „gluten-free“ bakery products by polymerase chain reaction. Food Control, 17, 234–237.
- Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti dijetetskih proizvoda (Sl. glasnik RS br 45/2010).**
- Ress K., Harro M., Maarros H. I., Harro J., Uibo R., Uibo O., 2007.** High prevalence of coeliac disease: Need for increasing awareness among physicians Digestive and Liver Disease 39, 136–139.
- Rombouts I., Lamberts L., Celus I., Lagrain B., Brijs K., Delcour J. A., 2009.** Wheat gluten amino acid composition analysis by high-performance anion-exchange chromatography with integrated pulsed amperometric detection. Journal of Chromatography A, 1216, 5557–5562.
- Rostami K., Malekzadeh R., Shahbazkhani B., Akbari M. R., Catassi C., 2004.** Coeliac disease in Middle Eastern countries: a challenge for the evolutionary history of this complex disorder? Digestive and Liver Disease, 36, 10, 694–697.
- Shendry T., Bernadette M. L., Running A., Ashley J., 2009.** Coeliac disease-A Guide to Successful Diagnosis and Treatment. The Journal for Nurse Practitioners – JNP, www.npjjournal.com.
- Skerritt J. H., Hill A. S., 1991.** Enzyme immunoassay for determination of gluten in foods: collaborative study. Journal of Association of Analytical Chemists, 74, 257–264.
- Sollid L. M., Jabri B., 2005.** Is celiac disease an autoimmune disorder? Current Opinion in Immunology, 17, 6, 595–600.
- Størsrud S., Malmheden Y. I., Lenner R. A., 2003.** Gluten contamination in oat products and products naturally free from gluten. European Food Research and Technology, 217, 6, 481–485.
- Test Instruction Gliadin/Gluten 96 2010,** Tests Enzyme Immunoassay for the Quantitative Determination of Gliadin/Gluten in Food Cat.-No.: GLU-E02 Version: January 21st, Immunolab, Deutschland.
- Thompson T., 2003.** Oats and the gluten free diet. Journal of the American Dietetic Association. 103: 76 –379.
- Thompson T., 2004.** Gluten Contamination of Commercial Oat Products in the United States, The New England Journal of Medicine, 351, 19, 4.
- Thompson T., Méndez E., 2008.** Commercial Assays to Assess Gluten Content of Gluten-Free Foods: Why They Are Not Created Equal. Journal of American Dietetic Association, 108, 1682–1687.
- Valdès I., García E., Llorente M., Méndez E., 2003.** Innovative approach to low-level gluten determination in foods using a novel sandwich enzyme-linked immuno-absorbent assay protocol. European Journal of Gastroenterology and Hepatology, 15, 465–474.
- Van Eckert R., Bond J., Rawson P., Klein Ch.L., Stern M., Jordan T.W., 2010.** Reactivity of gluten detecting monoclonal antibodies to a gliadin reference material. Journal of Cereal Science 51, 198–204.
- Wangang Z., Shan X., Himali S., Eun J. L., Dong U. A., 2010.** Improving functional value of meat products. Meat Science, 86, 15–31.

Findings of the wheat gluten in various food stuffs

Spirić Danka, Borović Branka, Velebit Branko, Lakićević Brankica, Babić Jelena, Milijašević Milan, Janković Vesna

S u m m a r y: Gluten is storage protein in cereals which can be isolated from the wheat, rye, barley grain and their hybrids. Gluten, i.e. its prolamin fraction gliadin, is allergen causing intestine mucose inflammation in genetically sensitive and predisposed persons. Disease caused by gluten, coeliac disease, can be prevented only by life long application of „gluten free“ diet. According to Codex alimentarius, foodstuffs with gluten content below 20 mg/kg are adequate for „gluten free“ diet. Foodstuffs with gluten content from 20-100 mg/kg, can only be declared as „foodstuffs with reduced gluten content“. In order to successfully conduct the diet, foodstuffs introduced into nutrition regime have to be tested using sufficiently sensitive methods, and gluten content below 20mg/kg must be confirmed. The aim of this paper was to study the safety of products declared as suitable for nutrition of people affected by coeliac disease as well as of foodstuffs which don't contain gluten and protein from cereals. R5 sandwich ELISA method was used to test 561 samples. Of this number, 472 samples batch were products which naturally don't contain soy, and 89 products were declared as „gluten-free“. Results were processed by statistical programs

Origin 8 and Statistica 7, methods of descriptive statistics. In all tested samples declared as "gluten free", gluten content was below 3 mg/kg. For samples which naturally do not contain gluten, traces of gluten were determined in 11% of this samples. Content of gluten in the range of 3-20 mg/kg was confirmed in less than 1%. Out of 472 tested samples, only two samples had the value of gluten content over 100 mg/kg. In order to avoid false positive and false negative results it is necessary for producers to develop ELISA kits with lower sensitivity threshold and high gluten specificity. In order to detect potential gluten contamination paths and to ensure consumer protection, kits of higher sensitivity should be used for testing foodstuffs declared as „gluten free“ as well as those which naturally do not contain gluten.

Key words: *gluten, R5 ELISA, soy bean, food stuffs.*

Rad primljen: 25.11.2010.

Rad ispravljen: 28.11.2010.

Rad prihvaćen: 6.12.2010.

Оценка рынка мясных продуктов России за 2008 год

Хвыля Сергей¹, Буракова Светлана¹, Пчелкина Виктория¹

Реферат: В данной статье рассматривается проблема фальсификации мясной продукции на Российском пищевом рынке. Представлены результаты мониторинга состава вареных колбас: «Докторская», «Молочная» и «Русская», вырабатываемых производителями разных регионов в соответствии с ГОСТ, а так же исследование мясных консервов «Говядина тушеная» ГОСТ 5284 – 84 и «Свинина тушеная» ГОСТ 697 – 84.

Исследования проводили с помощью гистологического метода идентификации состава мясных продуктов. Были получены статистические данные по применению растительных углеводных и белковых добавок, выявляемых методом микроструктурного анализа, установлены основные тенденции использования пищевых добавок в мясных продуктах. В статье приведен иллюстративный материал по особенностям структурной организации фальсифицирующих мясные продукты добавок.

Ключевые слова: мясо, мясные продукты, мониторинг, идентификация состава.

Введение

Российским производителям мясных продуктов в настоящее время предлагается широкий выбор различных функционально-технологических добавок, которые дают возможность значительно облегчить процесс производства колбас и других изделий из мяса, скорректировать недостатки используемого сырья и, конечно, значительно выиграть за счет снижения себестоимости продукта. Вносят такие добавки в колбасы, изготавливаемые, как правило, по техническим условиям, разработанным компаниями, которые занимаются производством и распространением данных добавок, или предприятиями-изготовителями колбас. Но в то же время распространено использование их и в продуктах, которые заявлены как изготовленные в соответствии с ГОСТ. Эти продукты не должны содержать ни растительных полисахаридов, ни соевых белковых добавок.

В связи с этим можно отметить некоторые проблемы, которые вследствие этого возникают. Как правило, добавки представляют собой комплексные смеси, включающие компоненты с различными свойствами, которые позволяют решать сразу несколько задач, или обладающие синергетическим эффектом. Компонентный состав обычно сложен и поставщики данных добавок не всегда указывают полный список внесенных компонентов. Как следствие – производители

не всегда имеют исчерпывающую информацию даже о продукции собственного изготовления. Но данные случаи встречаются не очень часто. Гораздо чаще производители сознательно начинают использовать компоненты, не входящие в рецептуры, предписанные ГОСТами на соответствующие виды мясных изделий, что является преднамеренной фальсификацией. При этом полный компонентный состав выпускаемого продукта не доводится до потребителя, который приобретает продукцию, «выработанную по Государственному Стандарту (ГОСТу)». Одним из методов, позволяющим получить достаточно полную информацию о фактическом составе мясного продукта является принятый в международной практике гистологический анализ. (1, 4 -10)

Материалы и методы

В ГНУ ВНИИ мясной промышленности имени В.М. Горбатова Россельхозакадемии в течение последних трех лет проводится мониторинг фактического состава вареных колбас «Докторская», «Молочная» и «Русская», вырабатываемых в соответствии с ГОСТ. В общей сложности изучен состав свыше 400 образцов вареных колбас, выработанных на более чем 120 мясных предприятиях различных регионов России – от Дальнего Востока и Сибири, до Урала и Кавказа, Поволжья, Центрального и Северо-Западного округов. Исследование проводится нами с

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

помощью стандартизованного гистологического метода идентификации состава мясных продуктов (2, 3). Были получены следующие не очень-то оптимистичные результаты.

Результаты и обсуждение

Доля предприятий, в продукции которых присутствуют значительные количества недопустимых ингредиентов растительного белкового или углеводного происхождения одного или же нескольких наименований одновременно, составляет свыше 60% от общего числа попавших под мониторинг мясокомбинатов. Совсем не применяют добавок, выходящих за рамки разрешенных ГОСТ, около 3,5% предприятий. Используют одно наименование растительного компонента в незначительных количествах немногим больше 10% мясоперерабатывающих предприятий, а в вареной колбасной продукции свыше 18% предприятий присутствуют два вида недопустимых растительных добавок в следовых количествах (рис. 1).

Кроме того, в процессе проведения мониторинга состава вареных колбасных изделий («Докторская», «Молочная», «Русская»), вырабатываемых по ГОСТу, были получены статистические данные по применению растительных углеводных и белковых добавок, выявляемых методом микроструктурного анализа. Среди них преобладающими явились такие, как каррагинан, камедь (гуаровая, рожковая), весь спектр соевых белковых продуктов (соевый изолированный бе-

лок, концентрат, текстурированный соевый белковый продукт), крахмалы и животный белок (рис.2).

Можно отметить, что наибольшее количество производителей используют для изготовления вареных колбас каррагинан, крахмал и камедь (около 53% колбас включают в себя какую-либо из этих добавок). Менее распространенными в последний год становятся соевые белковые продукты (около 30%). И наиболее редко встречается ферментированный рис и мука (около 8% от общего числа исследуемых колбас). Постепенно начинает завоевывать мясные предприятия такая добавка, как животный белок. На данный момент его используют не менее 23% производителей.

При исследовании колбасы «Докторской» (ГОСТ 52196-2003) было выявлено присутствие каррагинана в 33% исследованных образцов различных производителей, что в полтора раза меньше по сравнению с данными прошлых лет. Также можно отметить уменьшение использования камедей растительного происхождения (гуаровая, камедь рожкового дерева), их присутствие выявлено в 35% исследованных образцов. Это в первую очередь связано с тем, что данные полисахариды используют в смесях с каррагинанами для усиления эффекта применения последних. Уменьшилось число производителей использующих в рецептуре крахмал (около 34% от общей массы производителей). В 2008 году наблюдается тенденция увеличения использования в составе животных белков (около 15%) (рис.3).

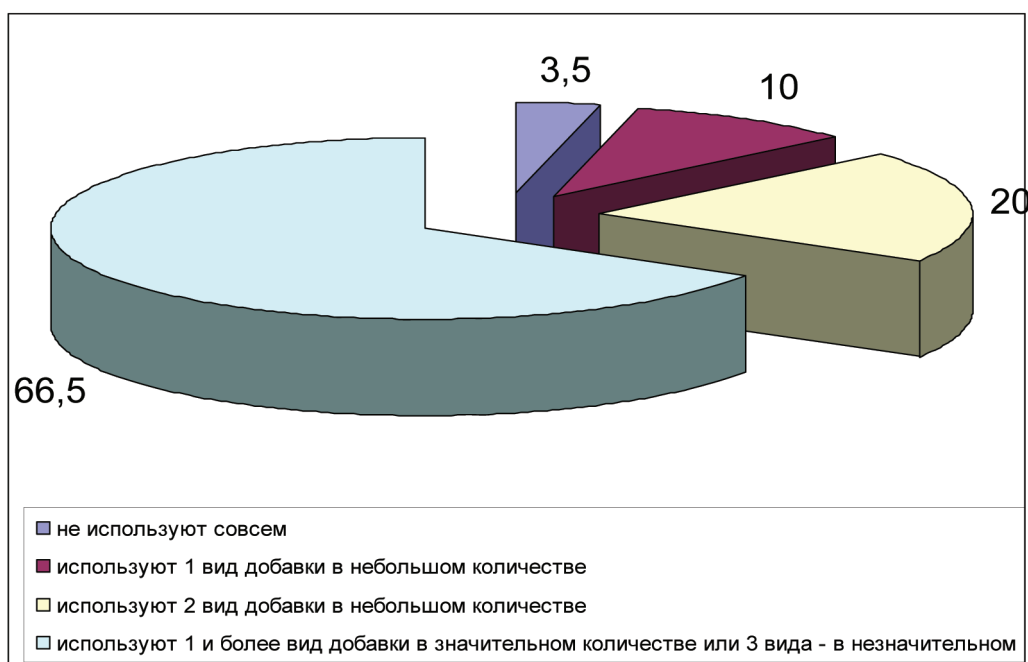


Рис. 1. Распределение производителей по степени использования добавок в % за 2008 год.

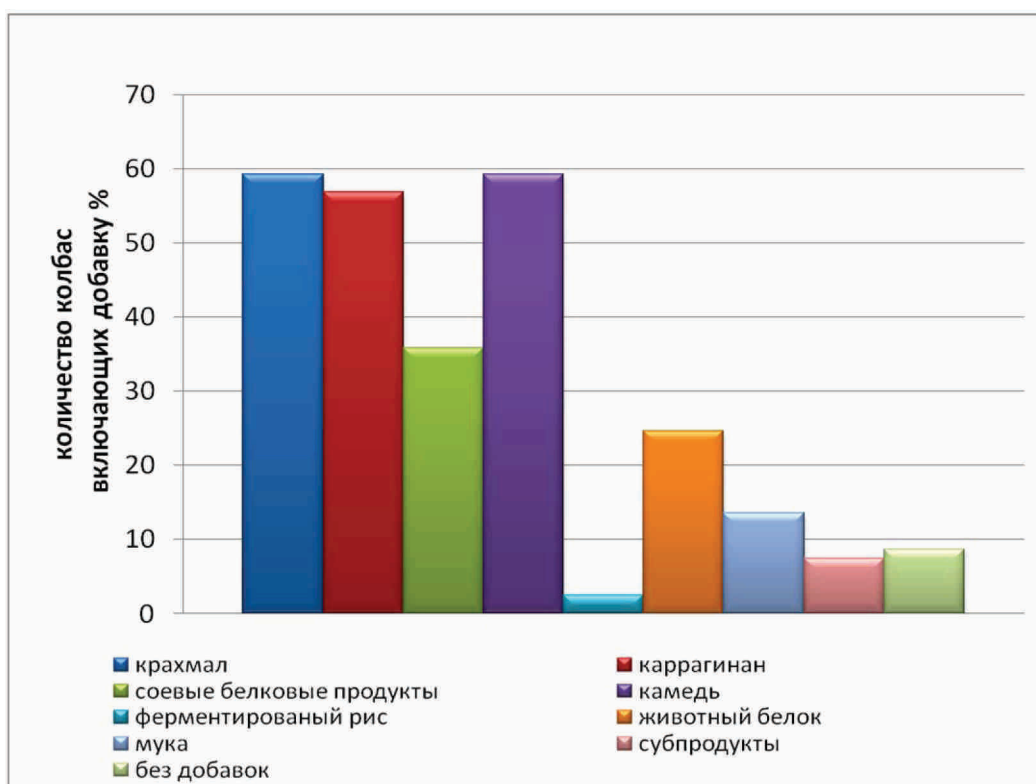


Рис. 2. Диаграмма распределения вареных колбас по содержанию различных добавок за период 2008 года.

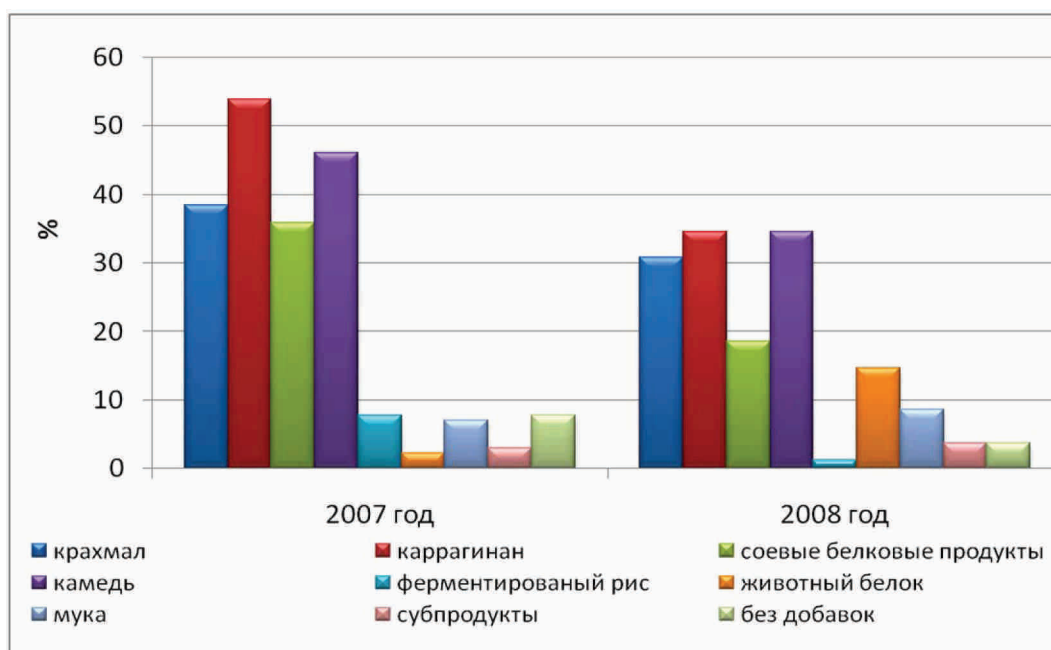


Рис. 3. Распределение добавок в колбасе «Докторской» за 2007 и 2008 года.

При исследовании колбасы «Молочной» (ГОСТ 52196-2003) в 14% исследованных образцов было обнаружено присутствие каррагинана, что значительно ниже по сравнению с 2007 годом, где он был выявлен в 55% исследованных образцов. При этом, если ранее применяли в

основном полурафинированные каррагинаны, то сейчас чаще используют более дорогостоящий и высокотехнологичный каррагинан высокой очистки. Кроме того, заметно некоторое увеличение доли колбас, содержащих крахмал (до 18% образцов), однако только половина из них

содержат крахмал в количестве более 5%. И в значительном количестве случаев применяется тапиоковый крахмал.

Несколько снизилось применение соевых белковых продуктов: с 50% в 2007 году до 11% в 2008 году. Одной из причин этого явились низкие урожаи сои и, соответственно, более высокая ее цена на мировом сырьевом рынке. Применение камедей было обнаружено в 16% исследуемых образцов, что в три раза меньше по сравнению

с прошлым годом. Использование животных белков выявлено в 4% исследуемых образцов (рис.4).

При исследовании колбасы «Русской» (ГОСТ 52196-2003), было обнаружено значительное снижение использования крахмала с 30% исследованных образцов в 2007 году до 13% в 2008 году (рис.5).

Соевый белок также выявлялся гораздо реже (только в 15%) и при этом содержание его было

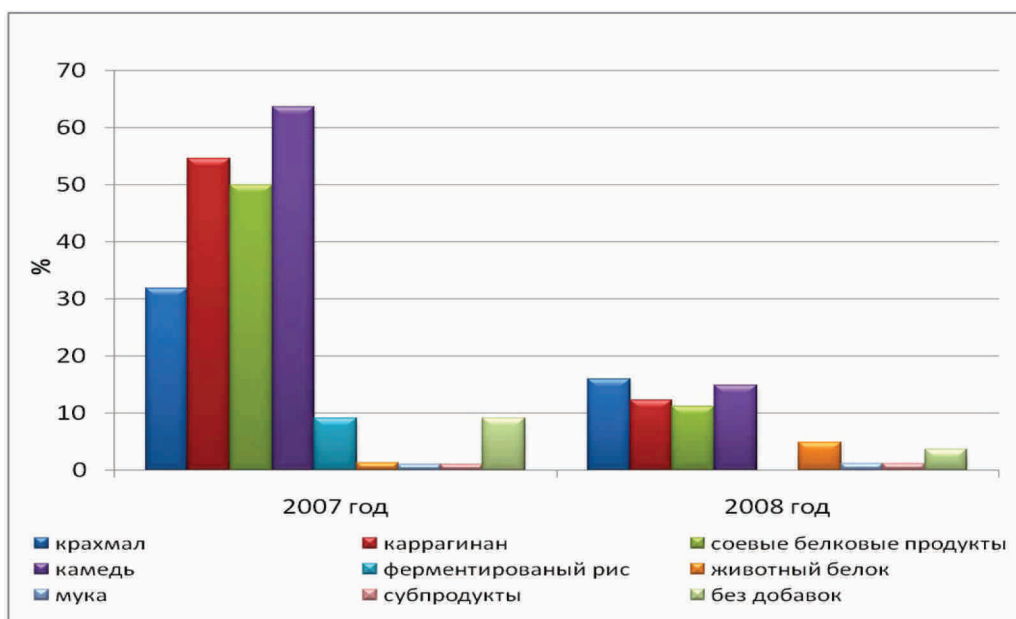


Рис. 4. Распределение добавок в колбасе «Молочной» за 2007 и 2008 года.

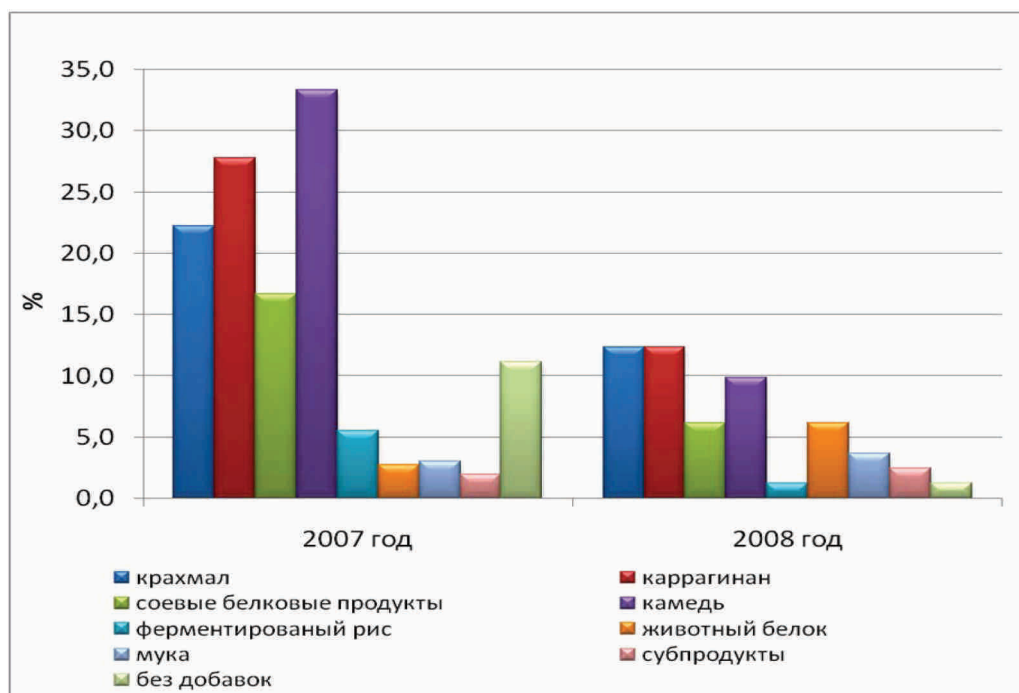


Рис. 5. Диаграмма распределения добавок в колбасе «Русской» за 2007 и 2008 года.

невысоким (до 2%). Камедь была обнаружена только в 10% исследуемых образцов, в то время как в 2007 году ее выявили в 33%. Структура соевых и полисахаридных добавок представлена на рисунках 6, 7, 8.

Параллельно с мониторингом вареных колбас в нашей лаборатории проводятся исследования мясных консервов, также выработанных по ГОСТ («Говядина тушеная» ГОСТ 5284 – 84, «Свинина тушеная» ГОСТ 697-84). Проведен анализ около 100 образцов консервов произ-

веденных в разных регионах нашей страны. Значительная доля исследованной продукции показала, что в 55% исследованных образцов фальсификации не выявлено, все содержимое консервов представляли собой крупные мясные куски с использованием натуральных специй, предусмотренных ГОСТом. В подавляющем количестве консервов отсутствовали не предусмотренные рецептурой субпродуктовое сырье или растительные добавки белковой и углеводной природы (рис.9).

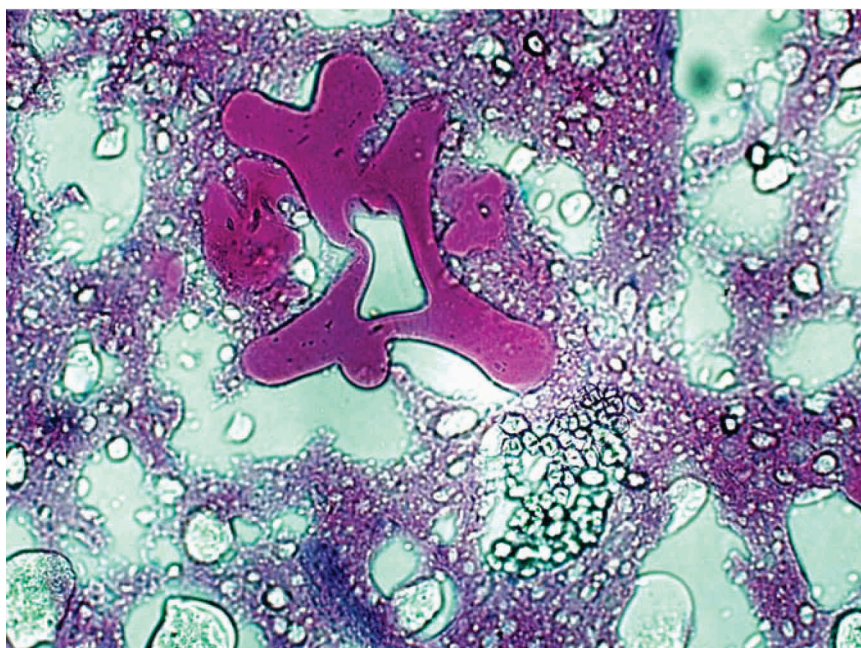


Рис. 6. Соевый изолированный белок в вареной колбасе (об.×40)

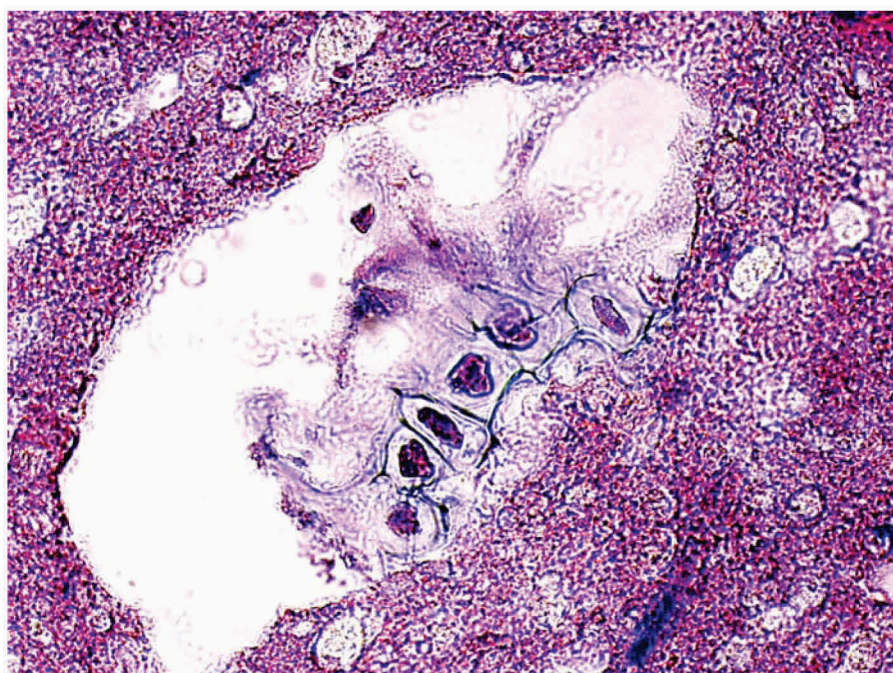


Рис. 7. Частицы клеток камеди в вареной колбасе (об.×40)

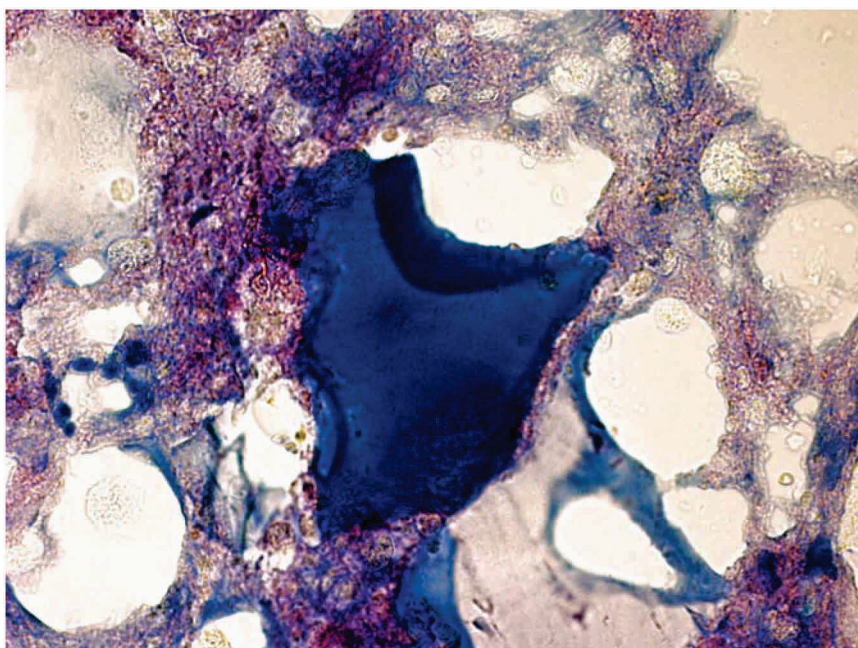


Рис. 8. Каррагинан в вареной колбасе (об.×40)



Рис. 9. Доля консервов содержащих различные компоненты, в процентах от общего числа исследованных консервов.

В 18% исследованных образцов обнаружено использование гелеобразователей, из них в 9% – каррагинана, который выявляется в основном в бульоне. В единичных случаях обнаружены крупные фрагменты жировой ткани, кровеносных сосудов, а так же шкурка с шерстью. В 26%

исследуемых образцов выявлено присутствие соединительной ткани и в 5% – сухожилий. В отдельных случаях встречается сильно измельченная фаршевая структура, желирующая масса с дисперсной жировой тканью.

Наибольшее количество производителей используют для изготовления консервов только сырье, предусмотренное ГОСТом. При анализе консервов установлено, что около 19% продукции содержит один вид добавки, в основном каррагинан, и лишь 6% - два вида добавок, например, каррагинан и животный белок (рис.10, 11).

Важно отметить, что используются соевые белковые компоненты при производстве консер-

вов типа «Мясо тушеное» только в единичных случаях в форме инъектирования сырого мясного сырья. И совсем не обязательно прямая вина в этом самого производства консервов, так сегодня нередки случаи поставок для мясного производства инъектированного растительными компонентами и впоследствии замороженного животного сырья.

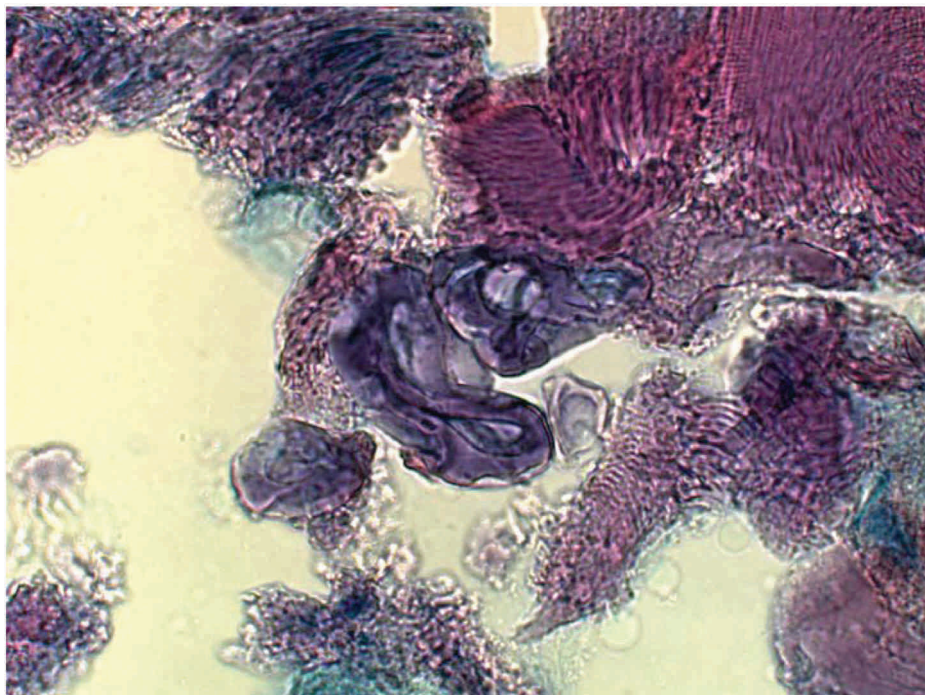


Рис. 10. Соевый изолированный белок в «Говядине тушеной»

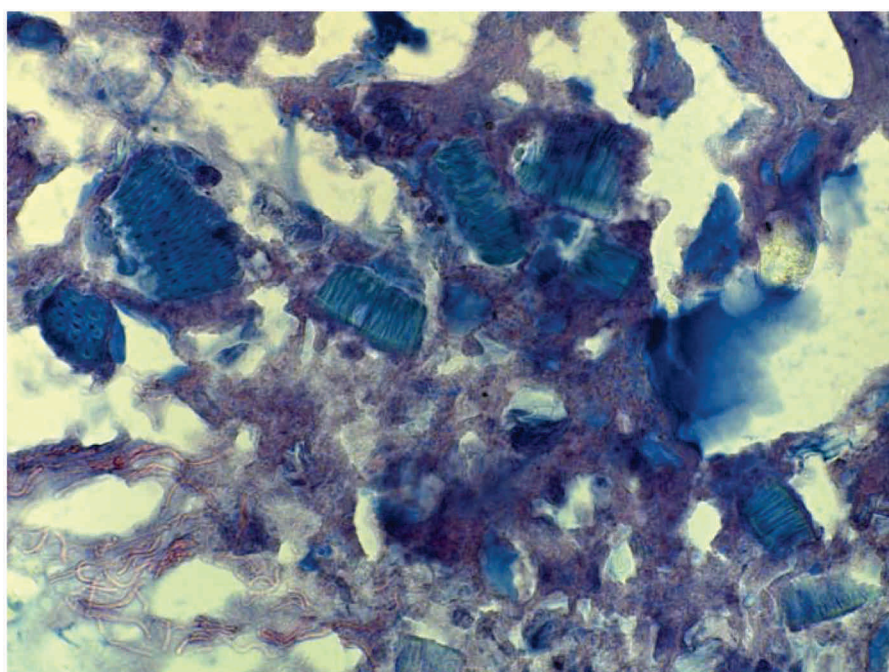


Рис. 11. Каррагинан в «Говядине тушеной»

Выводы

Таким образом, можно сделать выводы об изменении основных тенденций на рынке пищевых добавок: постепенный отказ от соевых белков при производстве колбас, увеличение использования животных белков, а также уменьшение количества вносимых каррагинанов. Однако рост числа производителей, в продукции которых присутствуют в небольших количествах (менее 1%) камеди, каррагинаны, соевые белковые продукты или крахмал, подводит к выводу, что все чаще используются более технологичные готовые комплексные смеси. При этом важно проводить независимый контроль за составом не только мясного сырья, но и сыпучих растительных компонентов,

используемых в производстве мясных продуктов, чтобы избежать случаев непреднамеренной фальсификации продукта.

Проведенные исследования показывают, что как в вареных колбасах, так и в консервированных мясных продуктах выработанных большим числом производителей отмечается отсутствие указания на этикетке их фактического состава. А это в значительной части случаев является преднамеренной фальсификацией, в части – следствие отсутствия у производителя интереса к истинному составу используемых ингредиентов. Все это свидетельствует о необходимости постоянного, а не выборочного контроля качества мясной продукции.

Библиография

- Бурлакова С. С., Хвыля С. И., 2008. Экология пищи и методы определения мышечной ткани в мясном сырье и продуктах. Мат. Всероссийской конференции РАСХН «Научно-практические аспекты экологизации продуктов питания», Углич, с. 39–42.
- ГОСТ Р 51604 - 2000. Мясо и мясопродукты. Идентификация состава гистологическим методом. М.: Госстандарт.
- ГОСТ 52480 - 2005. «Мясо и мясные продукты. Ускоренный гистологический метод определения структурных компонентов состава. М. Стандартиформ.
- Кузнецова Т. Г., 2007. Научно-практические основы структурообразования мясопродуктов из сырья различного качества в условиях направленных биотехнологических воздействий. Дисс. Докт. вет. наук, М.
- Хвыля С. И., Паршенкова Р. В., 2006. Разработка нового стандарта для ускоренной идентификации состава гистологическим методом, Все о мясе, 2, 34–35.
- Хвыля С. И., Пчелкина В. А., 2007. Гистологическое выявление полисахаридных добавок в мясных продуктах. Мясной бизнес (Украина), 11, 26–28.
- Хвыля С. И., Паршенкова Р. В., Пчелкина В. А., Бурлакова С. С., 2008. Оценка качества и состава мясной продукции на продовольственном рынке России гистологическим методом. Сб. трудов ВНИИМП, 181–197.
- Хвыля С. И., Гиро Т. М., 2008. Микроструктурный анализ мяса и мясных продуктов, Саратов. Изд-во СГАУ, 132.
- Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG.
- Horn D., 1988. Zum histologischen Nachweis von Blutpulver in Fleischerzeugnissen. Fleischwirtschaft, 68, 669.

Procena stanja na tržištu proizvoda od mesa u Rusiji u 2008. godini*

Hvilja Sergej¹, Burlakova Svetlana¹, Pčelkina Viktorija¹

S a d r ž a j: U radu je razmatran problem falsifikata u industriji mesa na ruskom tržištu. Predstavljeni su rezultati monitoringa sastava barenih kobasica – „doktorske“, „mlečne“ i „ruske“, od proizvođača iz različitih regiona Rusije u saglasnosti sa GOST standardom, kao i rezultati ispitivanja sastava konzervi od mesa – „govedina u sopstvenom soku“ (proizvedenih po standardu GOST 5284-84) i „svinjetina u sopstvenom soku“ (proizvedenih po standardu GOST 697-84).

Ispitivanja su obavljena histološkom metodom identifikacije sastava proizvoda od mesa. Na osnovu mikrostrukturne analize, dobijeni su podaci o primeni biljnih ugljenohidratnih i belančevinastih dodataka i ustanovljene su osnovne tendencije korišćenja dodataka u proizvodima od mesa. U radu su prikazane i ilustracije snimaka mikroskopskih preseka karakterističnih za falsifikata proizvoda od mesa.

Ključne reči: barene kobasice, konzerve od mesa, falsifikovanje, histološka metoda, aditivi.

Uvod

Proizvođačima proizvoda od mesa u Rusiji danas je na raspolaganju širok spektar različitih funkcionalnih i tehnoloških dodataka koji omogućavaju olakšan proces proizvodnje kobasica i drugih proizvoda od mesa, popravljajući nedostatke korišćenih sirovina i, naravno, značajno sniženje cene proizvoda. Korišćenje takvih dodataka, po pravilu, obavlja se po tehničkim uslovima preporučenim od firmi koje se bave proizvodnjom dodataka ili ih određuje sam proizvođač proizvoda od mesa. Međutim, takvi dodaci se koriste i u proizvodima koji su zaštićeni, odnosno koji se proizvode u saglasnosti sa GOST standardima Ruske Federacije. Takvi proizvodi ne smeju da sadrže biljne polisaharide i belančevine soje.

Stoga može da se uoči nekoliko problema koji se sledstveno javljaju. Po pravilu, dodaci predstavljaju kompleksne smeše sastavljene od komponenata različitih funkcionalnih svojstava koji, istovremeno, rešavaju više problema ili imaju sinergistički efekat. Sastav im je složen i deklaracije, najčešće ne sadrže kompletan spisak komponenata. Zbog toga proizvođači nemaju uvek potpunu informaciju čak ni o karakteristikama vlastitog proizvoda. Srećom,

takvi slučajevi nisu česti. Mnogo češće proizvođači svesno koriste komponente koje se ne nalaze u recepturama propisanim standardom za određene proizvode od mesa, što predstavlja namerni falsifikat. Pri tome, potrošaču koji kupuje proizvod deklarisan kao „standardni“, ne saopštava se kompletan sastav proizvoda. Jedna od metoda koja omogućava dobijanje pune informacije o sastavu proizvoda od mesa je i međunarodno priznata histološka analiza (Бурлакова и Хвилья, 2008; Кузнецова, 2007; Horn, 1988).

Materijal i metode

U Sveruskom naučnom institutu industrije mesa V. M. Gorbatoj, od 2006. do 2008. godine sprovedeno je praćenje sastava barenih kobasica – „doktorske“, „mlečne“ i „ruske“, izrađenih po GOST standardu. Ispitano je više od 400 uzoraka barenih kobasica od preko 120 proizvođača, iz različitih regiona Rusije, od Dalekog istoka i Sibira, preko Urala i Kavkaza, do Povolžja, Centralnog i Severozapadnog okruga. Ispitivanja su rađena standardizovanom histološkom metodom identifikacije proizvoda od mesa (ГОСТ Р 51604, 2000; ГОСТ 52480, 2005).

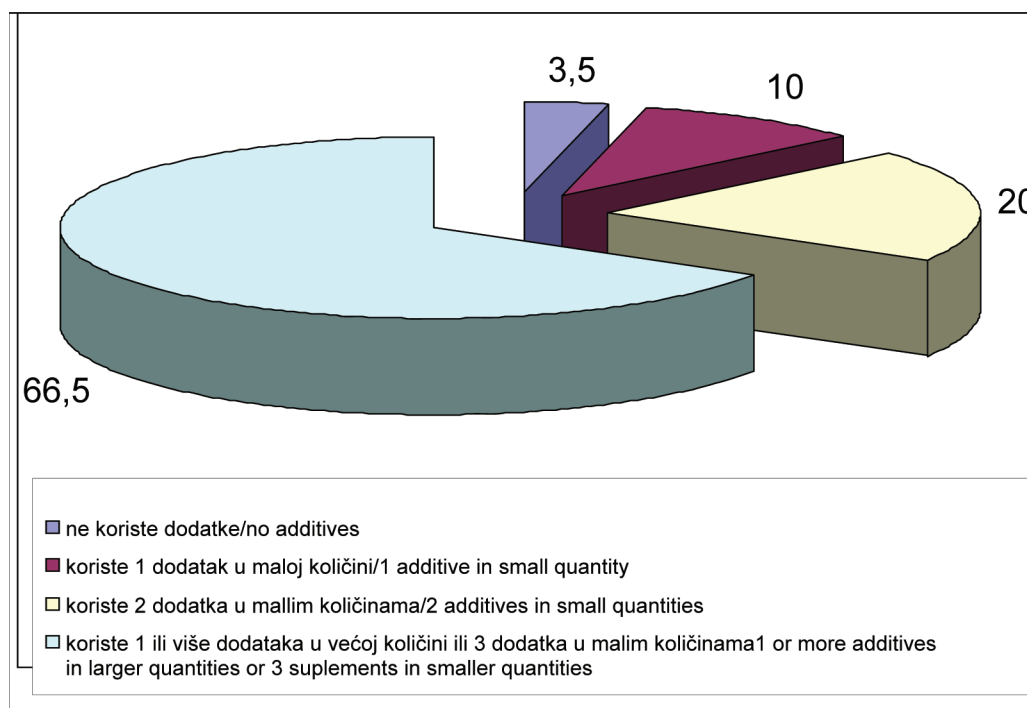
*Kratak sadržaj rada je objavljen u „Zborniku kratkih sadržaja“ sa Međunarodnog 55. savetovanja industrije mesa, održanog na Tari od 15. do 17. juna 2009.

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

Rezultati i diskusija

Rezultati ispitivanja ukazuju da je kod više od 60% proizvođača dokazano korišćenje značajnih količina nedozvoljenih dodataka, jednog ili više biljnih proteina i/ili polisaharida. Oko 3% proizvođača, uključenih u monitoring sastava barenih kobasica, ne koristi nedozvoljene aditive, 10% proizvođača koristi jednu biljnu komponentu u malim količinama, dok 18% proizvođača u proizvodnji barenih kobasica primenjuje dve nedozvoljene supstancije, koje su dokazane u tragovima.

proizvođača, u 2008. godini, u 33% uzoraka dokazano je prisustvo karagenana, što je upola manje nego u uzorcima koji su ispitivani ranijih godina. Takođe, primetno je i smanjenje korišćenja polisaharidnih guma biljnog porekla, jer je njihovo prisustvo dokazano u 35% uzoraka. Ovo smanjenje se objašnjava činjenicom da se ovi biljni polisaharidi, najčešće, koriste kao dodatak karagenanu da bi pojačali njegovo dejstvo. Smanjen je i procenat proizvođača koji koriste skrob, oko 34%, dok je primetan porast primene proteina životinjskog porekla u 2008. godini, kada je njihovo prisustvo dokaza-



Slika 1. Stepenn korišćenja dodataka u proizvodima od mesa u 2008. godini, %
Figure 1. The degree of use of additives in meat products in 2009, %

Od nedozvoljenih dodataka preovlađuju karagenan, polisaharidna guma (quar guma i ražana), više vrsta sojinih belančevinastih proizvoda (izolat i koncentrat, teksturirane belančevine soje, skrob i belančevine životinjskog porekla).

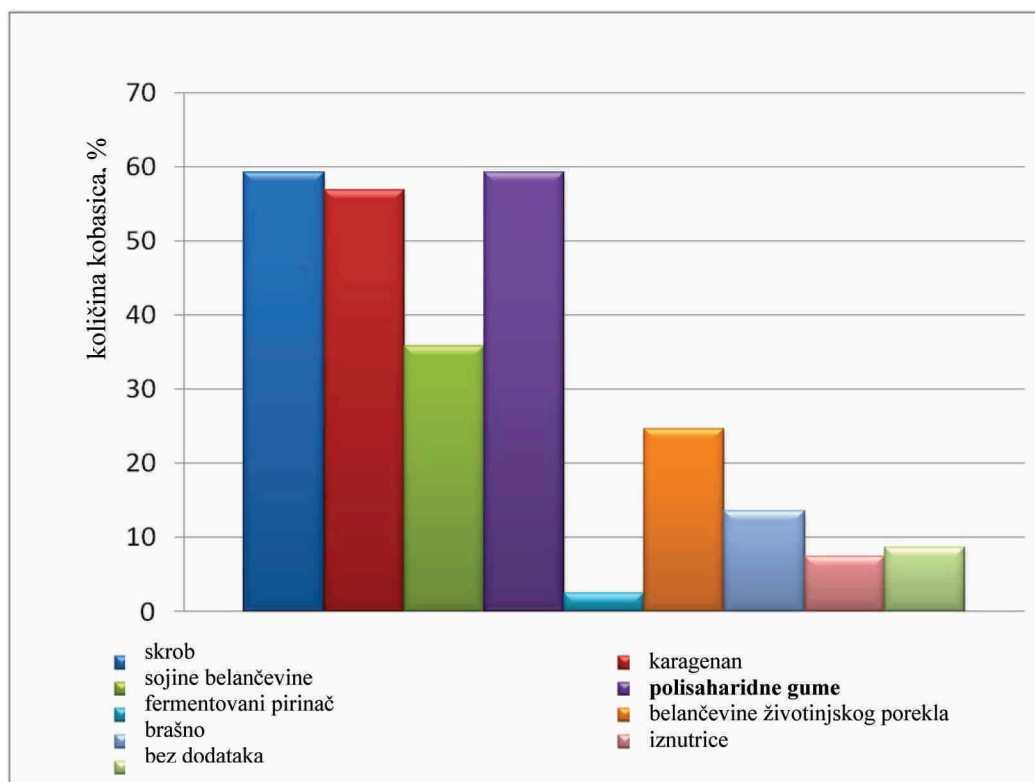
U 2008. godini najzastupljeniji su bili karagenan, skrob i polisaharidna guma koji su dokazani u oko 53% ispitivanih barenih kobasica. Nešto je manja upotreba sojinih belančevina, oko 30%, a najređe su primenjivani fermentovani pirinač i brašno, u oko 8% ispitivanih uzoraka kobasica. Primećno je da se povećava broj proizvođača koji kobasicama dodaju proteine životinjskog porekla, tj. u 2008. je registrovano više od 23% od ukupnog broja proizvođača uključenih u monitoring.

U ispitivanjima sprovedenim na uzorcima „doktorske kobasice“ (GOST 52196-2003) različitih

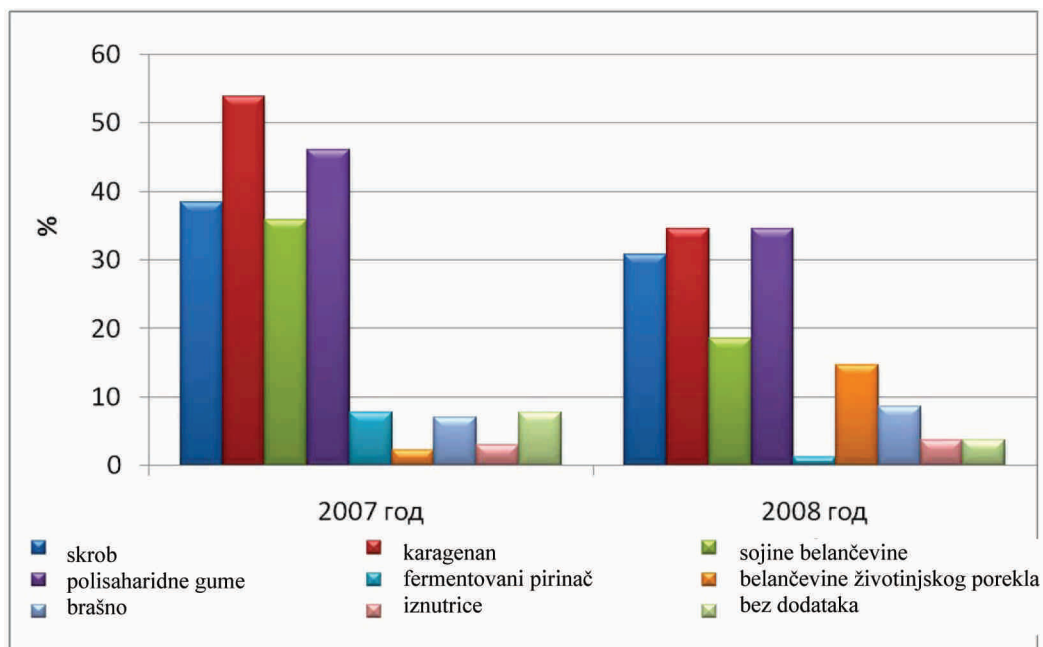
no u oko 15% ispitanih uzoraka „doktorske kobasice“.

U 2008. godini, u 14% „mlečne kobasice“ (GOST 52196-2003) dokazano je prisustvo karagenana, što je značajno manje u poređenju sa 2007. godinom kada je korišćen u 55% ispitanih uzoraka. Pri tome, ranije je korišćen uglavnom polurafinisani karagenan koji se danas sve češće zamenjuje skupljim, tehnološki savršenijim karagenanom visoke čistoće. Procenat kobasica u kojima je utvrđeno prisustvo skroba je nešto veći nego 2007. godine i iznosi 18%. Međutim, samo polovina od tih uzoraka sadržala je skrob u količini većoj od 5%, a interesantno je da je u većem broju uzoraka dokazan skrob iz tapioke.

Upotreba sojinih belančevina u proizvodnji „mlečne kobasice“ smanjena je sa 50% u 2007. na



Slika 2. Dijagram raspodele barenih kobasica prema sadržaju različitih dodataka u 2008. godini
Figure 2. Diagram of categorization of cooked sausages according to the content of various additives in 2008

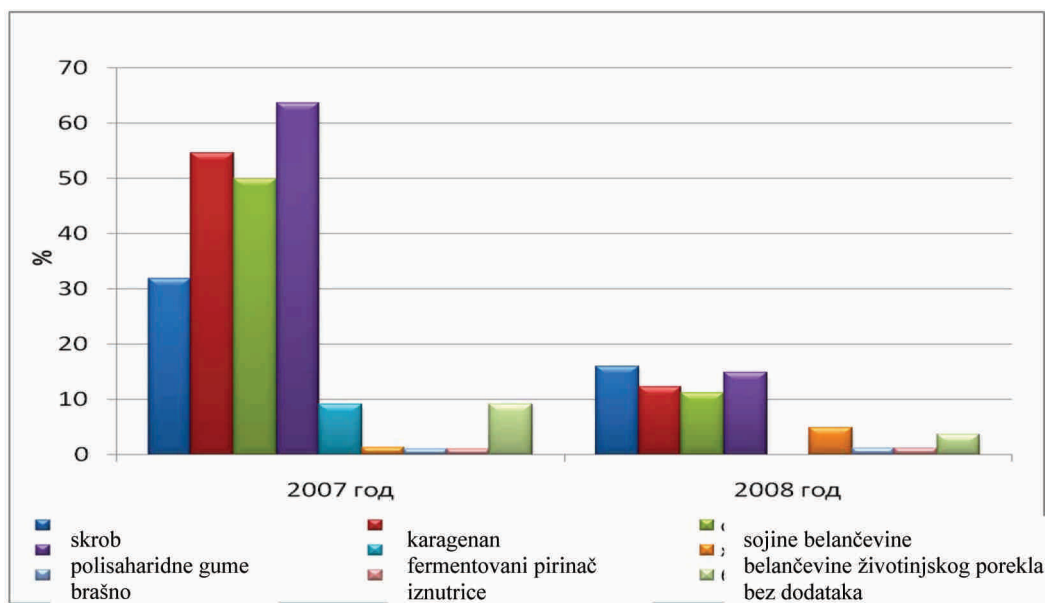


Slika 3. Procenat korišćenja dodataka u „doktorskoj kobasici“ u 2007. i 2008. godini
Figure 3. Use of additives in % in „Doctorskaya sausage“ in 2007 and 2008

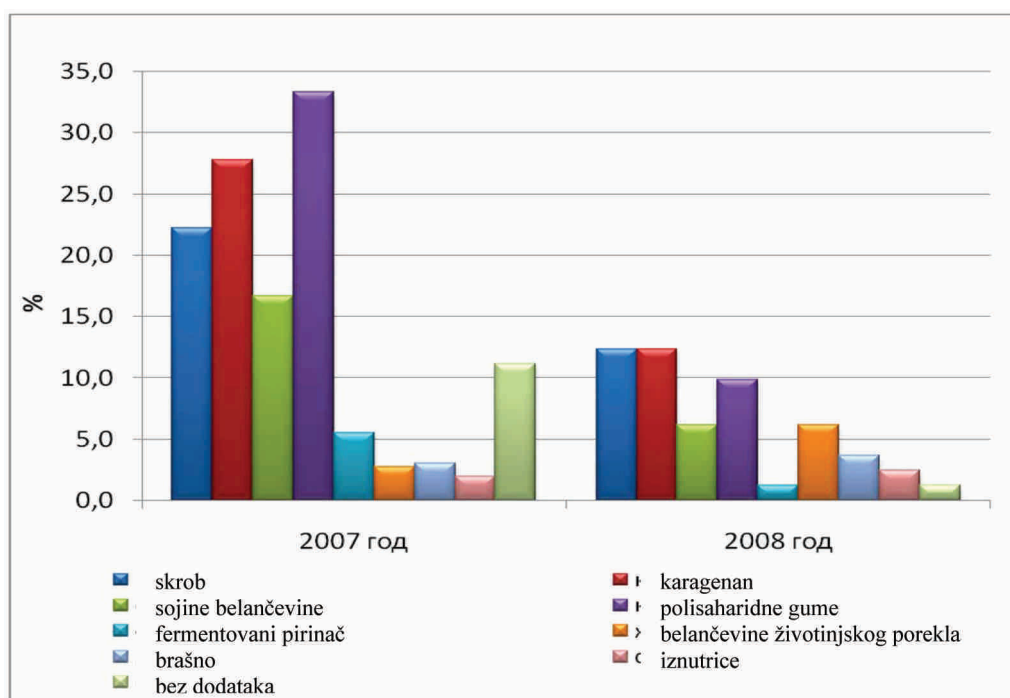
11% u 2008. godini. Jedan od razloga smanjenja korišćenja sojinih proizvoda je i nizak prinos soje i sledstveno njena visoka cena na svetskom tržištu. Primena polisaharidnih guma dokazana je u 16% ispitanih uzoraka što je tri puta manje u poređenju sa

2007. godinom. Korišćenje belančevina životinjskog porekla, ustanovljeno je kod 4% ispitana uzorka.

Kod „ruske kobasice“ (GOST 52196-2003), uočeno je značajno smanjenje upotrebe skroba – sa 30% uzoraka u 2007. na 13% u 2008. godini.



Slika 4. Procenat korišćenja dodataka u „mlečnoj kobasici“ u 2007. i 2008. godini.
Figure 4. Use of additives in % in „Molochnaya sausage“ in 2007 and 2008

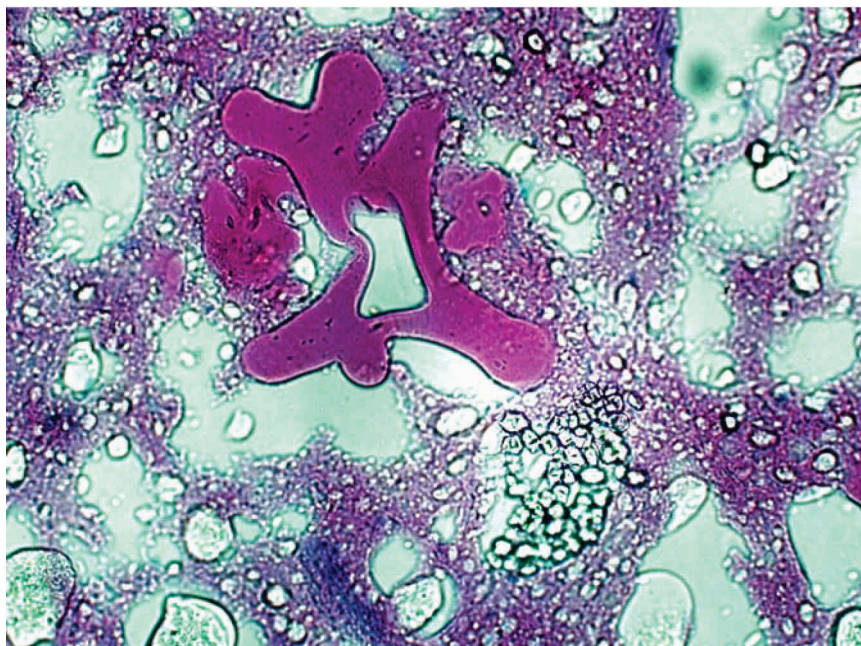


Slika 5. Procenat korišćenja dodataka u „ruskoj kobasici“ u 2007. i 2008. godini.
Figure 5. Use of additives in % in „Russkaya sausage“ in 2007 and 2008

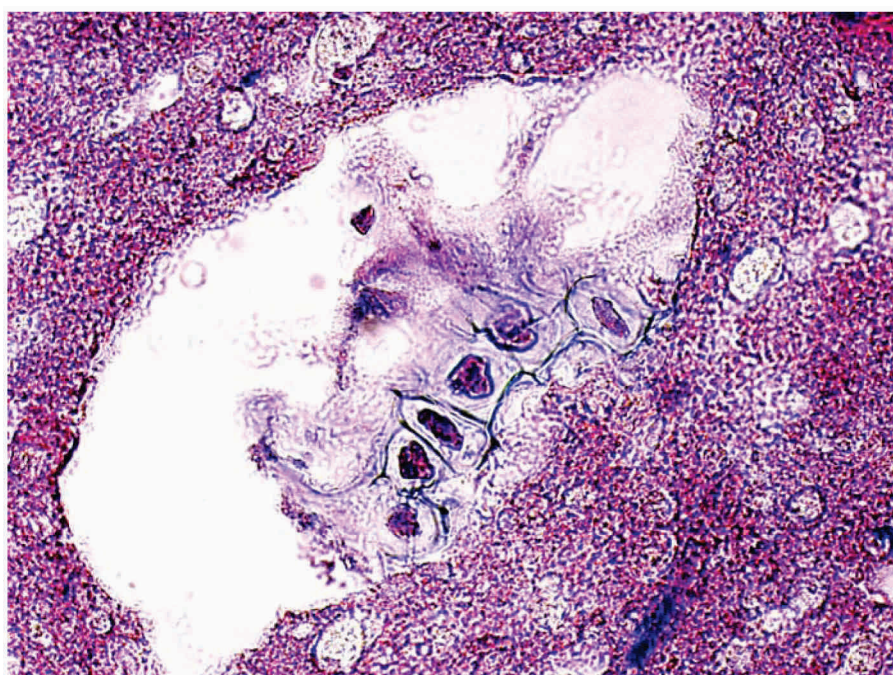
Sojine belančevine, takođe, dokazane su u manjem broju uzoraka (15%), pri čemu je njihov sadržaj bio nizak, do 2%. Polisaharidne gume su u 2008. korišćene samo u 10% ispitanih uzoraka, dok je u 2007. godini njihovo prisustvo dokazano u 33% ispitanih kobasica.

Snimci mikroskopskog preseka proizvoda sa upotrebljenim sojinim i polisaharidnim dodacima prikazani su na slikama 6, 7 i 8.

Paralelno sa monitoringom sastava barenih kobasica, u VNIIMP-u su ispitivane i konzerve od mesa, takođe proizvedene po standardu GOST, i to „govedina u sopstvenom soku“ (GOST 5284-84) i „svinjetina u sopstvenom soku“ (GOST 697-84). Ispitano je oko 100 uzoraka konzervi proizvedenih u različitim regionima Rusije. U 55% ispitanih uzoraka nije dokazano prisustvo nedozvoljenih dodataka.



Slika 6. Sojin izolat u barenj kobasici (uvećanje 40 ×)
Figure 6. Soy isolate in cooked sausage (magnified 40 ×)



Slika 7. Čestica polisaharida u barenj kobasici (uvećanje 40 ×)
Figure 7. Polysaccharide particles in cooked sausage (magnified 40 ×)

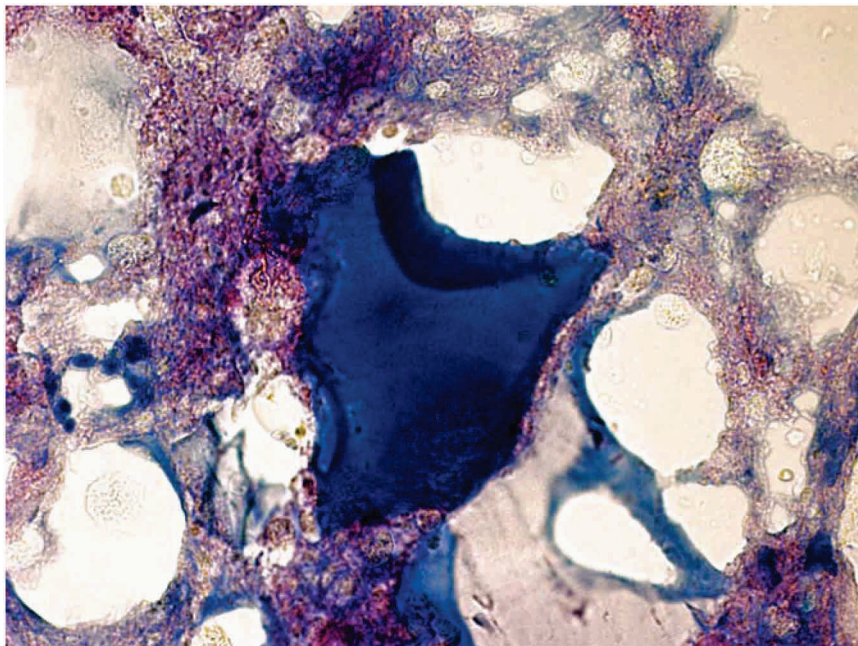
ka – iznutrica, biljnih ugljenohidratnih i belančevinastih dodataka.

Sadržaj konzervi činili su krupni mesni komadi i prirodni začini predviđeni standardom.

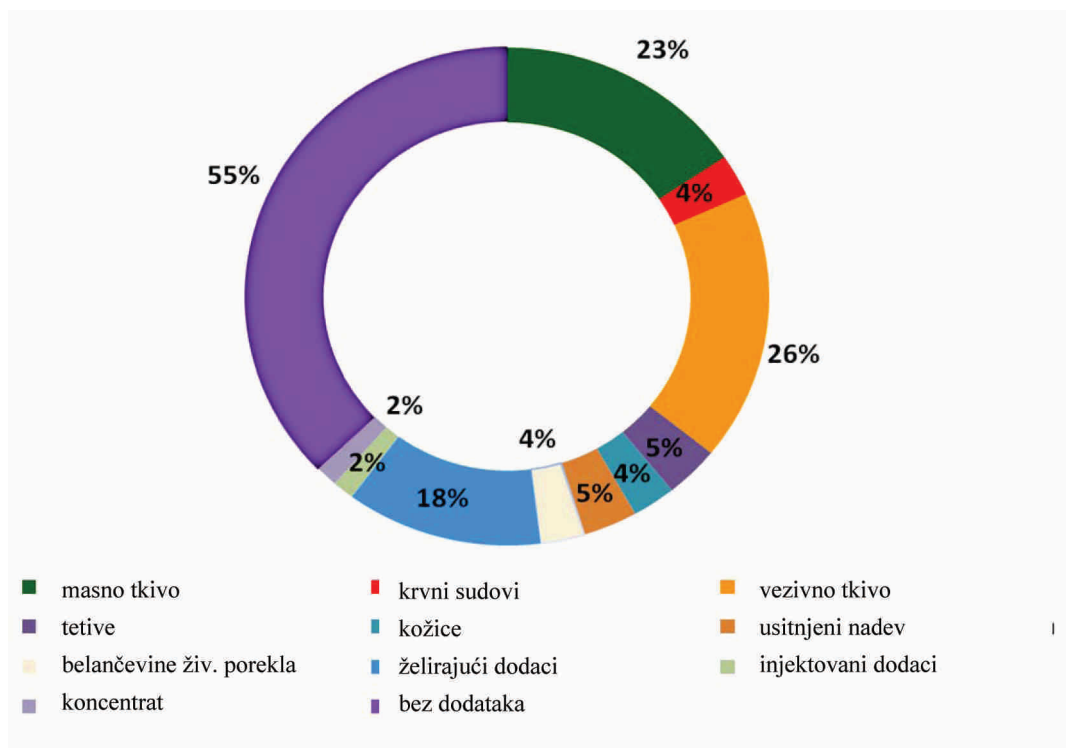
U 18% ispitanih uzoraka dokazano je korišćenje želirajućih supstancija, od toga u 9% uzoraka karagenan, najčešće prisutan u bujonu. U pojedinim uzorcima ustanovljeno je prisustvo krupnih delova

masnog tkiva, krvnih sudova i kožica. Vezivno tkivo je dokazano u 26%, a tetive u 5% uzoraka. U malom broju uzoraka umesto komada mesa uočen je dobro usitnjen nadev želatinozne strukture sa dispergovanim masnim tkivom.

Većina proizvođača konzervi koristila je standardom dozvoljene sirovine. Oko 19% konzervi sadržavalo je jedan nedozvoljeni dodatak, najčešće



Slika 8. Karagenan u barenoj kobasici (uvećanje 40 ×)
Figure 8. Caragenan in cooked sausages (magnified 40 ×)

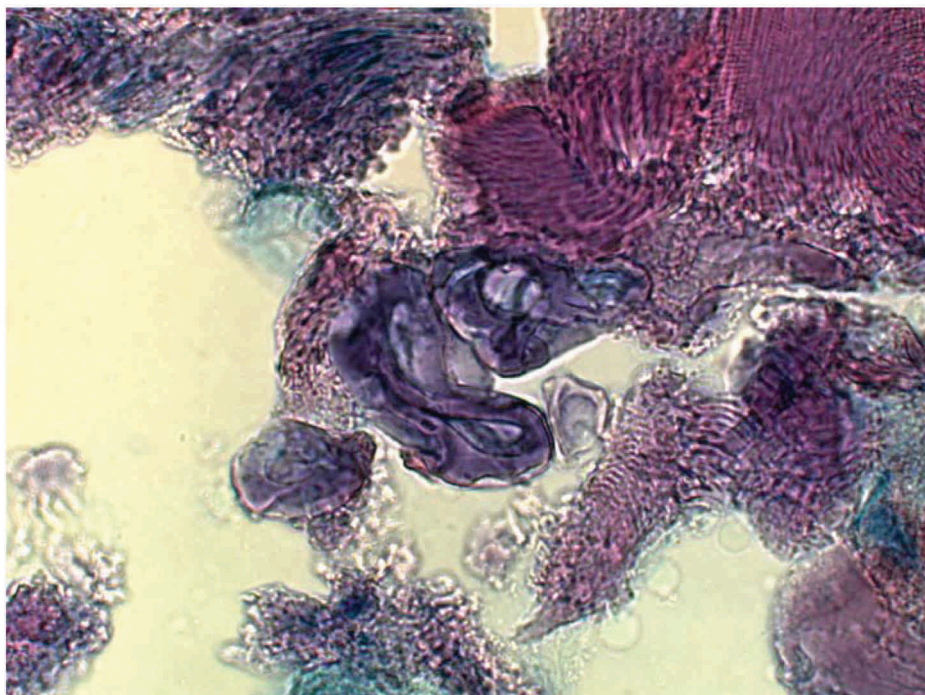


Slika 9. Procenat korišćenja dodataka u konzervama
Figure 9. Use of additives in canned meat products in %

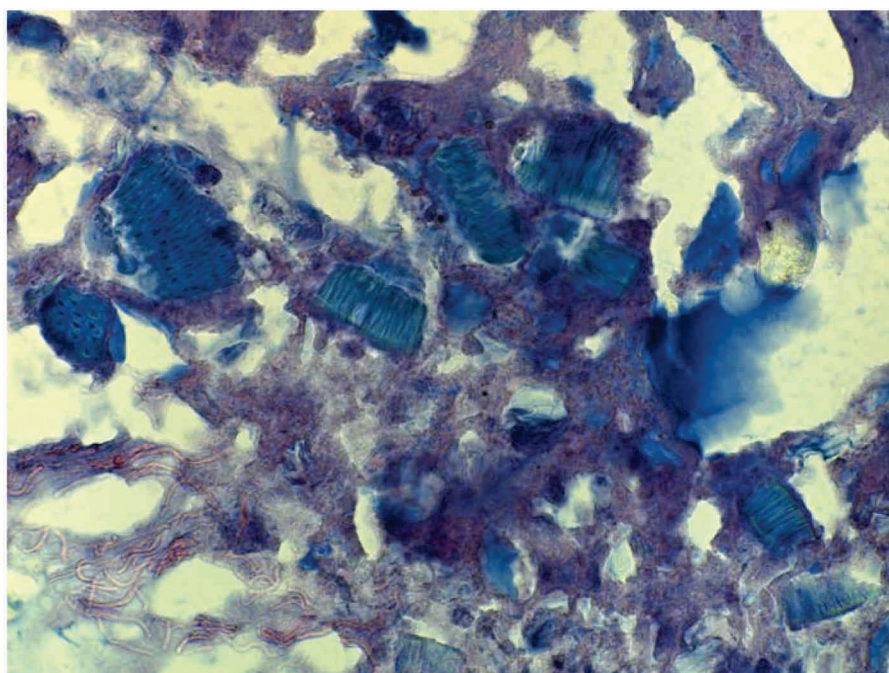
karagenan, a samo 6% dva različita dodatka, pored karagenana, najčešće belančevine životinjskog porekla.

Važno je da se napomene da je samo u malom broju ispitanih konzervi primećeno korišćenje so-

jinih belančevina injektovanih u meso, što ne mora da bude direktna krivica samog proizvođača već je to uslovljeno nabavkom sirovine neproverenog kvaliteta.



Slika 10. Sojin izolat u konzervi „govedine u sopstvenom soku“
Figure 10. Soy isolate in canned „beef in own juice“



Slika 11. Karagenan u konzervi „govedine u sopstvenom soku“
Figure 11. Caragenan in canned „beef in own juice“

Zaključak

Osnovne tendencije na tržištu dodataka u industriji mesa u Rusiji su smanjeno primenjivanje sojinih belančevina i karagenana i povećano korišćenje belančevina životinjskog porekla. Takođe, činjenica da je sve veći broj proizvođača čiji proizvodi imaju sadržaj karagenana, polisaharida, sojinih

preparata ili skroba manji od 1%, vodi ka zaključku da se sve češće koriste tehnološki savršenije, složene smeše dodataka. Pri tome, važno je da se sprovodi nezavisna kontrola sastava, ne samo mesa kao sirovine, nego i biljnih komponenti korišćenih u izradi proizvoda od mesa da bi se izbegli slučajevi namernih falsifikata.

Sprovedena ispitivanja ukazuju i da većina proizvođača barenih kobasica i konzervi na deklaracijama svojih proizvoda ne navode kompletan sastav, čime potrošač ostaje uskraćen za potpunu

informaciju o proizvodu koji kupuje. Sve to ukazuje na neophodnost kontinuirane kontrole kvaliteta proizvoda od mesa.

Literatura

- Бурлакова С. С., Хвыля С. И., 2008. Экология пищи и методы определения мышечной ткани в мясном сырье и продуктах. Мат. Всероссийской конференции РАСХН „Научно-практические аспекты экологизации продуктов питания“, Углич, с. 39–42.
- ГОСТ Р 51604 - 2000. Мясо и мясопродукты. Идентификация состава гистологическим методом. М.: Госстандарт.
- ГОСТ 52480-2005. Мясо и мясные продукты. Ускоренный гистологический метод определения структурных компонентов состава. М. Стандартинформ.
- Кузнецова Т. Г., 2007. Научно-практические основы структурообразования мясопродуктов из сырья различного качества в условиях направленных биотехнологических воздействий. Дисс. Докт. вет. наук, М.
- Хвыля С. И., Паршенкова Р. В., 2006. Разработка нового стандарта для ускоренной идентификации состава гистологическим методом, Все о мясе, № 2, с. 34–35.
- Хвыля С. И., Пчелкина В. А., 2007. Гистологическое выявление полисахаридных добавок в мясных продуктах. Мясной бизнес (Украина), №11, с. 26–28.
- Хвыля С. И., Паршенкова Р. В., Пчелкина В. А., Бурлакова С. С., 2008. Оценка качества и состава мясной продукции на продовольственном рынке России гистологическим методом. Сб. трудов ВНИИМП, с.181–197.
- Хвыля С. И., Гиро Т. М., 2008. Микроструктурный анализ мяса и мясных продуктов, Саратов. Изд-во СГАУ, 132 стр.
- Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMVG.
- Horn D., 1988. Zum histologischen Nachweis von Blutpulver in Fleischerzeugnissen. Fleischwirtschaft, 68, 669.

Evaluation of the meat product market in Russia in 2008

Khvylya Sergej, Burlakova Svetlana, Pchelkina Viktorija.

A b s t r a c t: The problem of adulteration of meat products on the Russian food market is considered. Results of monitoring of the composition of cooked sausages: “Doctorskaya”, “Molochnaya” and Russkaya” manufactured by producers of different regions in compliance with GOST, are presented, together with the study of canned meats “Stewed beef” GOST 5284 – 84 and “Stewed pork” GOST 697 -84.

The investigations were carried out using the histological method of meat products composition identification. Statistical data about the use of plant, carbohydrate and protein additives revealed by the method of microstructure analysis were obtained; main trends of use of food additives in meat products were established. The illustrations of structural arrangement of the used adulterating additives in meat products are presented.

Key words: cooked sausages, canned meats, adulteration, histological method, additives

Rad primljen: 23.06.2009.

Rad prihvaćen: 27.06.2010.

UPUTSTVO AUTORIMA

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

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

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

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

Postupak

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

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

Jezik

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

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

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

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

Sadržaj i rezime ne smeju da sadrže skraćenice. U tesktualnom delu rada, svakoj skraćenici koja se prvi put navodi, treba da se dâ i pun naziv, a u daljem tekstu može da se koristi samo skraćenica.

Originalni naučni rad treba da sadrži navedena poglavlja: uvod, materijal i metode, rezultate i diskusiju (zajedno ili odvojeno), zaključak, napomenu (opcionarno) i literaturu. Poglavlja se kucaju malim slovima, veličine 12, bold.

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

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

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

Primer:

Đinović J., Popović A., Spirić A., Turubatović L., Jira W., 2008. 16 EU prioriternih policikličnih

aromatičnih ugljovodonika (PAH jedinjenja) u dimu drveta i dimljenoj pršuti. Tehnologija mesa, 49, 5–6, 181–184.

JECFA, 2005. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Summary and Conclusion. Sixty-Fourth Meeting, Rome, 8-17 February, JECFA/64/SC. <http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/en/>.

Morgan S. K., Daly C. C., Simmons N. J., Johnson N. V., Cummings T. L., 2008. The effect of pre-slaughter events on the expression of small heat shock proteins in the muscle. 54th International Congress of Meat Science & Technology, Proceedings, General Speakers Session, Electronic Copy, Cape Town, South Africa, 10th–15th August.

Mottram S., 1994. Some aspects of the chemistry of meat flavour, in: The flavour of meat and meat products. Shahidi F., Ed. Blackie. Glasgow, 210–230.

Sekse C., O’Sullivan K., Granum P. E., Rørvik L. M., Wasteson Y., Jørgensen H. J., 2009. An outbreak of Escherichia coli O103:H25 – bacteriological investigations and genotyping of isolates from food. International Journal of Food Microbiology, 133, 3, 259–264.

Sinonott M., 2008. Carbohydrate chemistry and biochemistry, structure and mechanism. RSC Publishing, UK, 23–28.

Zakon o bezbednosti hrane, 2009. Službeni glasnik RS, br. 41/2009, 77–99.

Radovi drugih kategorija, osim originalnih naučnih radova, mogu da se pišu sa podnaslovima po izboru autora.

Radovi se dostavljaju na CD-u, poštom ili u elektronskoj formi, na e-mail adresu:

1. Institut za higijenu i tehnologiju mesa – za časopis „Tehnologija mesa“ – Kaćanskog 13, P. fah 33–49 11000 Beograd Republika Srbija
2. e-mail: institut@inmesbgd.com aurelija@inmesbgd.com

REDAKCIJA ČASOPISA

GUIDELINES FOR THE AUTHORS

„Meat Technology” is a scientific journal which publishes:

1. Original scientific papers (papers which present previously unpublished results of authors' own investigations using scientific methodology);
2. Review papers (papers which include original, detailed and critical overview of a research problem or an area to which the author has significantly contributed, as evidenced by auto citations);
3. Brief or preliminary papers (full-format original scientific papers or of preliminary character);
4. Reviews (of books, scientific conferences etc.)

Papers will be published from the following scientific disciplines: meat hygiene and technology, technology of by-products in meat industry, hygiene and technology of animal originating foodstuffs, technological microbiology, methods of food preservation, microbiology of animal originating foodstuffs, chemistry of animal originating foodstuffs, quality and safety of animal originating foodstuffs, quality and safety of feedingstuffs, et sim.

Eligible for publishing are those papers, which have not been previously published, presented or considered for publication in another journal, except as abstracts presented at scientific conferences. The first author is both responsible for meeting these criteria and for obtaining agreement to publish from all of the co-authors.

Procedure

Papers are subject to anonymous reviews (two at least), while the decision to accept the paper for publishing is reached by the editor-in-chief, together with the members of the editorial board.

Accepted papers are subject to proofreading. The editorial board reserves the right to minor corrections of the manuscript. Where major corrections are necessary, the first author will be notified, and the paper sent for revision, with a set deadline.

Language

Papers are published in Serbian or bilingually – in Serbian and in one of the second languages (English, German, Russian or French). If the papers are printed in Serbian, their summaries (1/10 of the paper length) are published in English. If the papers are printed in English or another language other than Serbian, their abstracts are printed in Serbian and English.

Editing of the manuscripts

The paper should be edited in Microsoft Word software, using Times New Roman font, size 12 pt, paragraph spacing 1.5 and margins of 2cm. Papers are submitted on CD or in other electronic form. The text should be clear, concise, grammatically correct and should contain the following sections:

The title (lowercase, bold, font size 14 pt). Below the title, names of the authors (last, first, lowercase, italic, font size 12 pt). Numbers following names in superscript refer to the authors' institution. At the bottom of the first page, according to the number in superscript, name and address of the institutions authors are employed in should be given (italic, font size 10 pt). In the new line, the name and e-mail of the corresponding author should be provided.

Abstract, which gives short review of paper, should contain 150-250 words with key words in Serbian or the language of the paper. The abstract should be typed below the title and names of the authors.

Summary represents short, informative description of the paper content written in Serbian and/or English, depending on the language of the paper. Summary enables insight in the aim of the investigations, methods, results and conclusion. It should contain up to 500 words (italic, font size 12 pt) and should be placed at the end of the paper, after references.

Key words are terms that best describe the content of the paper. Maximal number of key words is 10. They should be given in the same languages as summaries, below the summary text (italic, font size 12 pt).

Abstract and summary must not contain abbreviations. If the abbreviation is used for the first time in the text, full name should also be provided. In the latter text, the abbreviation can be used alone.

The original scientific paper should contain the following chapters: introduction, material and methods, results and discussion (combined or separate), conclusion, notes (optional) and references. Chapter names are typed in lowercase, font size 12, bold.

1. Introduction: should contain clear description of the investigated subject and aim of the research with the short citations of the relevant literature (not more than 10 years old);
2. Material and methods: this chapter describes material and methods used and outlines the design of the experiment;
3. Results and discussion: The results should be processed by statistical methods appropriate to

the experiment; they should be clear and concise using tables, graphs, photographs, illustrations and other. The same result should not be presented through both, table and graph. Discussion should be related to presented results avoiding repetitions of already stated facts, using comparison of obtained results and relevant literature data related to similar group of products, comparable analytical method et sim.

- When in the text, literature is cited by giving author's last name, last name with "and", if the cited literature is published by two authors, or, in the case of more than two authors, by "et al." abbreviation after the surname of the first author (*italic*). Cited literature with the year of publishing should be in brackets.
 - Figures and illustrations (original format: tif, eps, corel or jpg) are numerated with the same number as given in the text of the paper. Titles of the tables are written above the tables; titles of the graphs and illustrations are printed below (in lowercase). Table titles and content should be written bilingually (the other language is always English). Tables, graphs and figures are submitted separately, in the appendix.
 - If tables, graphs or figures originate from other sources, the author is required to state the source of such data (author, year of publishing, journal etc.).
 - The author should apply the International System of Units (SI system) and current regulation on measuring units and measuring instruments.
4. Conclusion: provides the review of the most important facts obtained during the research.
 5. Note (acknowledgement): should contain title and number of the project i.e. title of the program from which is the research carried out and described in the paper, as well as the name of the institution that funded the project or program. All this is stated at the bottom of the first page of the paper.
 6. References: should be given in alphabetical and chronological order as follows: last name of the author, first name initial, year of publication (lowercase, font size 12 pt, bold), following by the full title of the reference, name of the journal or other source, journal's volume, number, and pagination of the paper.

Example:

- Dinović J., Popović A., Spirić A., Turubatović L., Jira W., 2008.** 16 EU prioritetnih policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH jedinjenja) u dimu drveta i dimljenoj pršuti. Tehnologija mesa, 49, 5–6, 181–184.
- JECFA, 2005.** Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Summary and Conclusion. Sixty-Fourth Meeting, Rome, 8-17 February, JECFA/64/SC. <http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/en/>.
- Morgan S. K., Daly C. C., Simmons N. J., Johnson N. V., Cummings T. L., 2008.** The effect of pre-slaughter events on the expression of small heat shock proteins in the muscle. 54th International Congress of Meat Science & Technology, Proceedings, General Speakers Session, Electronic Copy, Cape Town, South Africa, 10th-15th August.
- Mottram S., 1994.** Some aspects of the chemistry of meat flavour, in: The flavour of meat and meat products. Shahidi F., Ed. Blackie. Glasgow, 210–230.
- Sekse C., O'Sullivan K., Granum P. E., Rørvik L. M., Wasteson Y., Jørgensen H. J., 2009.** An outbreak of Escherichia coli O103:H25 – bacteriological investigations and genotyping of isolates from food. International Journal of Food Microbiology, 133, 3, 259–264.
- Sinonott M., 2008.** Carbohydrate chemistry and biochemistry, structure and mechanism. RSC Publishing, UK, 23–28.
- Zakon o bezbednosti hrane, 2009.** Službeni glasnik RS, br. 41/2009, 77–99.

Papers belonging to the category other than original scientific papers can contain chapters titled by choice of the author.

Papers are submitted by mail (on CD-ROM) or by e-mail:

1. Institut za higijenu i tehnologiju mesa – za časopis „Tehnologija mesa“ – Kaćanskog 13, P. fah 33–49
11000 Beograd
Republika Srbija
2. e-mail: institut@inmesbgd.com
aurelija@inmesbgd.com

EDITORIAL BOARD



INSTITUT ZA HIGIJENU I TEHNOLOGIJU MESA



Švim kolegama, saradnicima i poslovnim partnerima želimo srećnu i uspešnu Novu godinu i Božićne praznike, uz poziv da se i u 2011. godini okupimo na Međunarodnom 56. savetovanju industrije mesa, koje će se održati od 12. do 15. juna u hotelu „Omorika“ na Tari.

Kaćanskog 13, 11000 BEOGRAD
e-mail: institut@inmesbgd.com www.inmesbgd.com
Telefon : 011 26 50 655

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

664.9

TEHNOLOGIJA mesa : naučni časopis = Meat
Technology : scientific journal / glavni i
odgovorni urednik Aurelija Spirić. - God. 1,
br. 1 (1960)- . - Beograd (Kačanskog 13) :
Institut za higijenu i tehnologiju mesa,
1960- (Beograd : Beoknjiga). - 30 cm

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

