

ISSN 2406-1247
UDK 664.9:614.31: 637.5(05)

tehnologija mesa

meat technology

God. **Br.** **Beograd,**
56 **1** **2015**
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 Luca Cocolin

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

Prof. dr Iva Steinhauserova

Fakultet za veterinarsku higijenu i ekologiju, Depatman za higijenu i tehnologiju mesa, Brno, Česka Republika
Faculty of Veterinary Hygiene and Ecology, Department of Meat Hygiene and Technology, Brno, Czech Republic

Prof. dr Galia Zamaratskia

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

Prof. dr Dragan Rogan

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

Prof. dr Antonia Ricci

Depatman za bezbednost hrane, analizu rizika i javno zdravlje, Nacionalna laboratorija za Salmonellu/OIE referentna laboratorija za Salmonellu, Padova, Italija
National Laboratory for Salmonella, Department for Food Safety, Risk Analysis/OIE Referential Laboratory for Salmonellu, Padua, Italy

Doc. dr Tomaž Polak

Biotehnički fakultet, Katedra za tehnologiju mesa i procenu hrane, Ljubljana, Republika Slovenija
Faculty of Biotechnology, Department of Meat Technology and Food Risk, Ljubljana, Republic of Slovenia

Dr Irina Tchernukha

Sveruski institut za meso VNIIMP, Moskva, Ruska Federacija
The All-Russian Meat Research Institute, Moscow, Russia

Prof. dr Tomas Alter

Fakultet veterinarske medicine, Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Institut za higijenu hrane i mleka, Berlin, Nemačka
Faculty of Veterinary Medicine, Institute of Meat Hygiene and Technology, Institute of Food and Milk Hygiene, Berlin, Germany

Dr Sabine Leroy

Nacionalni institut za poijoprivredna istraživanja, Istraživački centar Klermon – Feran, Francuska
Nacional Institute for Agricultural Research, Research Center Klermon-Feran, France

Dr Drago Nedić

Veterinarski institut Republike Srpske „Dr Vaso Butozan“, Banja Luka, Republika Srpska
Veterinary Institute of Republic Srpska "Dr Vaso Butozan", Banja Luka, Republic of Srpska

Prof. dr Milan Baltić

Fakultet veterinarske medicine, Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla, Beograd, Republika Srbija
Faculty of Veterinary Medicine, Department of Hygiene and Technology of Food Animal Origin, Belgrade, Republic of Serbia

Prof. dr Vlado Teodorović

Fakultet veterinarske medicine, Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla, Beograd, Republika Srbija
Faculty of Veterinary Medicine, Department of Hygiene and Technology of Animal Origin, Belgrade, Republic of Serbia

Prof. dr Milica Petrović

Poijoprivredni fakultet, Katedra za oplemenjivanje domaćih i gajenih životinja, Beograd, Republika Srbija
Faculty of Agriculture, Department of Breeding and Cultivated Domestic Animals, Belgrade, Republic of Serbia

Prof. dr Sava Bunčić

Poijoprivredni fakultet, Departman za veterinarsku medicine, Novi Sad, Republika Srbija
Faculty of Agriculture, Department of Veterinary Medicine, Novi Sad, Republic of Serbia

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

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

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

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

Prof. dr Mirjana Dimitrijević

Fakultet veterinarske medicine, Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla, Beograd, Republika Srbija
Faculty of Veterinary Medicine, Department of Hygiene and Technology of Animal Origin, Belgrade, Republic of Serbia

Prof. dr Nedeljko Karabasil

Fakultet veterinarske medicine, Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla, Beograd, Republika Srbija
Faculty of Veterinary Medicine, Department of Hygiene and Technology of Food Animal Origin, Belgrade, Republic of Serbia

Prof. dr Radmila Marković

Fakultet veterinarske medicine, Katedra za ishranu i botaniku, Beograd, Republika Srbija
Faculty of Veterinary Medicine, Department of Nutrition and Botany, Belgrade, Republic of Serbia

Prof. dr Vladislav Zekić

Poijoprivredni fakultet, Department za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela, Novi Sad, Republika Srbija
Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, Novi Sad, Republic of Serbia

Doc. dr Dragan Ilić

Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment, Novi Sad, Republika Srbija
Faculty of Agricultural Economics and Rural Sociology, Novi Sad, Republic of Serbia

Doc. dr Igor Tomašević

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

Doc. dr Vladimir Tomović

Tehnološki fakultet, Katedra za inženjerstvo konzervisane hrane, Novi Sad, Republika Srbija
Faculty of Technology, Department of Technology, Department of Engineering of Canned Food, Novi Sad, Republic of Serbia

Dr Vesna Đorđević

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

Dr Dragan Milićević

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

Dr Slobodan Lilić

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

Dr Jasna Dinović-Stojanović

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

Dr Branko Velebit

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

Dr Nenad Parunović

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

Dr Zoran Petrović

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

Dr Ivan Nastasijević

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

Dr Brankica Lakićević

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

Urednici tematskih oblasti/Subeditors

Dr Vesna Ž. Đorđević, spec.

Mikrobiologija, higijena i kvalitet namirnica

Microbiology, Food Hygiene and Quality

Dr Nenad Parunović

Kvalitet mesa, senzorska analiza namirnica, autohtone rase svinja

Meat Quality, Sensory Food Analysis, Native Breeds of Pigs

Dr Nastasijević Ivan

Bezbednost hrane

Food Safety

Dr Branko Velebit

Mikrobiologija

Microbiology

Dr Brankica Lakićević

Molekularna mikrobiologija

Molecular Microbiology

Dr Zoran Petrović

Ambalaža, pakovanje hrane i zaštita životne sredine

Packaging, Food Packaging, Environmental Protection

Dr Dragan Milićević

Bezbednost hrane i dobrobit životinja

Food safety and Animal Welfare

Dr Petronijević Radivoj

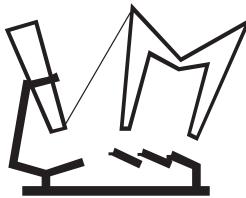
Bezbednost i kvalitet hrane, analitička hemija

Food Safety and Quality, Analytical Chemistry

Dr Srđan Stefanović

Rezidue i kontaminenti životne sredine

Residues and Contaminants of the Environment



tehnologija mesa

naučni časopis

Tehnologija mesa God. 56 Br. 1 Str. 1–84 Beograd 2015

OSNIVAČ I IZDAVAČ

Institut za higijenu i tehnologiju mesa

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

DIREKTOR
Dr Vesna Ž. Đorđević, spec.

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK
Dr Vesna Ž. Đorđević, spec.

LEKTOR ZA SRPSKI JEZIK
Branka Marković

LEKTOR ZA ENGLESKI JEZIK
Olga Devečerski

TEHNIČKO UREĐENJE
Dr Danijela Šarčević
Slaviša Šobot

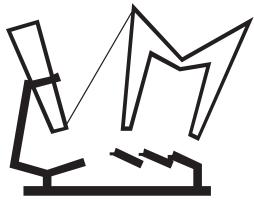
Na osnovu mišljenja Ministarstva za nauku i tehnologiju Republike Srbije (br. 413-00-00416/2000-01), ova publikacija je od posebnog interesa za nauku.

Cena godišnje preplate za časopis za Republiku Srbiju iznosi 5000,00 din. Uplate se mogu vršiti na tekući račun Instituta broj 205-7803-56 kod Komercijalne banke AD Beograd, sa naznakom „preplata na časopis“.

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

SADRŽAJ

▪ Uticaj intezivnih svetlosnih pulseva na senzorni kvalitet proizvoda od mesa Tomašević Igor	1
▪ Uticaj svinjskog mesa i masti na zdravlje ljudi Bošković Marija, Baltić Ž. Milan, Ivanović Jelena, Đurić Jelena, Dokmanović Marija, Marković Radmila, Šarčević Danijela, Baltić Tatjana	8
▪ Prirodna antimikrobnja jedinjenja i biološka zaštita hrane Vesović-Moračanin Slavica, Đukić Dragutin, Kurčubić Vladimir, Mašković Pavle, Ač Mira	16
▪ Higijena procesa klanja i obrade svinja tokom godinu dana na jednoj klanici u Severnobanatskom okrugu u Srbiji Rašeta Mladen, Teodorović Vlado, Jovanović Jelena, Lakićević Brankica, Branković Lazić Ivana, Vidanović Dejan	26
▪ Uticaj starter kulture na pH i sadržaj mlečne i isparljivih kiselina u kuvarno-dimljanim kobasicama Indzhelieva Dijana, Valkova-Jorgova Katja, Kuzelov Aco, Andronikov Darko	34
▪ Visoka efikasnost superkritičnog ekstrakta ruzmarina u dugoročnoj oksidativnoj stabilizaciji svinjske jetrene paštete Ivanović Jasna, Saičić Snežana, Milanović-Stevanović Mirjana, Petrović Nada, Žižović Irena, Petrović Slobodan.....	41
▪ Meso pataka u ishrani ljudi Bašić Meho, Ivanović Jelena, Mahmutović Hava, Zenunović Amir, Marković Radmila, Janjić Jelena, Đorđević Vesna, Baltić Ž. Milan	50
▪ Uticaj pakovanja u modifikovanoj atmosferi i vakuumu na očuvanje senzornih svojstava odrezaka šarana (<i>Cyprinus carpio</i>) Babić Jelena, Milijašević Milan, Dimitrijević Mirjana	58
▪ Kvalitet paniranih proizvoda od ribe na našem tržištu Janjić Jelena, Ivanović Jelena, Popović Milka, Dokmanović Marija, Bošković Marija, Glamočlija Nataša, Šarčević Danijela, Baltić Ž. Milan	67
▪ Hemijski sastav i pH-vrednost mesa kalifornijske (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) i potočne pastrmke (<i>Salmo trutta fario</i>) gajene u ribnjaku Beličovska Katerina, Beličovska Daniela, Pejkovski Zlatko, Uzunoska Zora	75
▪ Uputstvo autorima	81



meat technology

scientific journal

FOUNDER AND PUBLISHER

Institute of Meat Hygiene and Technology

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

DIRECTOR
Vesna Ž. Đorđević, PhD

EDITOR IN CHIEF
Vesna Ž. Đorđević, PhD

PROOFREADER FOR
SERBIAN LANGUAGE
Branka Marković

PROOFREADER FOR
ENGLISH LANGUAGE
Olga Devečerski

TEHNICAL EDITION
Danijela Šarčević PhD
Slaviša Šobot

Meat Technology Vol. 56 No. 1 P. 1-84 Belgrade 2015

CONTENTS

- **Intense light pulses upset the sensory quality of meat products**
Tomašević Igor 1
- **The impact of pork meat and lard on human health**
Bošković Marija, Baltić Ž. Milan, Ivanović Jelena, Đurić Jelena, Dokmanović Marija, Marković Radmila, Šarčević Danijela, Baltić Tatjana 8
- **Natural antimicrobial compounds and biopreservation of food**
Vesković-Moračanin Slavica, Đukić Dragutin, Kurčubić Vladimir, Mašković Pavle, Ač Mira 16
- **Process hygiene of pig carcasses during one year at a slaughterhouse in the North Banat District of Serbia**
Rašeta Mladen, Teodorović Vlado, Jovanović Jelena, Lakićević Brankica, Branković Lazić Ivana, Vidanović Dejan 26
- **The impact of starter culture on the pH and the content of lactic and volatile fatty acids in boiled-smoked sausages**
Indžhelieva Dijana, Valkova-Jorgova Katja, Kuzelov Aco, Andronikov Darko 34
- **High efficiency of supercritical rosemary extract in long term oxidative stabilization of pork liver pâté**
Ivanović Jasna, Saičić Snežana, Milanović-Stevanović Mirjana, Petrović Nada, Žižović Irena, Petrović Slobodan 41
- **Duck meat in human nutrition**
Babić Mehro, Ivanović Jelena, Mahmutović Hava, Zenunović Amir, Marković Radmila, Janjić Jelena, Đorđević Vesna, Baltić Ž. Milan 50
- **The impact of packaging in modified atmosphere and vacuum on preservation of sensory properties of carp filets (*Cyprinus carpio*)**
Babić Jelena, Milijašević Milan, Dimitrijević Mirjana 58
- **Quality of breaded fish products on the market**
Janjić Jelena, Ivanović Jelena, Popović Milka, Dokmanović Marija, Bošković Marija, Glamoclija Nataša, Šarčević Danijela, Baltić Ž. Milan 67
- **Chemical composition and pH value of rainbow trout (*Oncorhynchus Mykiss*) and river trout (*Salmo trutta fario*) meat grown in fish ponds**
Beličovska Katerina, Beličovska Daniela, Pejkovski Zlatko, Uzunoska Zora 75

Guidelines for the authors 83

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, Kaćanskog 13, 11000 Belgrade, R. Serbia.

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

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

Intense light pulses upset the sensory quality of meat products

Tomašević Igor¹

A b s t r a c t: Intense light pulses (ILP) is a promising non-thermal preservation technology. Few data are reported about the impact of the treatment on sensory quality of meat and meat products. Evaluation of the impact of ILP on sensory quality of meat products was performed using five different types of meat products: cooked ham, Parisian sausage, Parma ham, fermented sausage and bacon. All the samples were treated with 1 and 5 light pulses (pulse duration of 300 µs and pulse intensity of 3.4 J/cm²) at a rate of one pulse per 2 seconds. Changes in the sensory quality induced by intense light pulses were different and depended on type of meat product and ILP dose applied. The results for cooked meat products are not promising because ILP significantly deteriorated their sensory quality. Dry-cured meat product, Parma ham and bacon, showed greater sensory resistance to the impact of ILP than examined cooked meat products. Fermented sausage was least affected by ILP of all the meat products investigated. Pulsed light lightened cooked ham after the higher treatment was applied while the lightness of Parisian sausage remained unaffected by the treatment. The a* value significantly decreased only after the 5-pulses treatment in Parma ham, fermented sausage and bacon while the b* value changed significantly (increased) only in bacon.

Key words: intense light pulses, meat products, sensory quality, color.

Introduction

Recent developments among consumers regarding the demand for fresh, minimally processed foods with a preferably long shelf life has resulted in emerging research into new non-thermal technologies to ensure appropriate preservation and safety of treated foodstuffs (Rowan *et al.*). Intense light pulses (ILP) are today recognized as an emerging non-thermal technology for the rapid inactivation of pathogenic and spoilage microorganisms in food.

ILP can inactivate pathogenic and spoilage microorganisms in a short time. It is a method of food preservation that involves the use of intense and short duration pulses of broad-spectrum white light. Each pulse, or flash of light lasts only a few hundred millionths of a second. The intensity of each pulse of light is cca. 20.000 times the intensity of sunlight at sea level (Ozer and Demirci, 2006).

Most of the literature concerning the application of ILP for the preservation of foods mainly deals with microbiological inactivation and few data are reported on sensory analysis (Hierro *et al.*, 2011). So far and to the best of our knowledge, it has been examined on beef and tuna (Hierro *et al.*, 2012), cooked ham and bologna (Hierro *et al.*, 2011), salchichon and loin (Ganan *et al.*, 2013) and chicken (Paskeviciute *et al.*, 2011). Colorimetric analysis of the ILP-treated flat fish, salmon and shrimp (Cheigh *et al.*, 2013), sliced ham (Wambura and Verghese, 2011), chicken (Keklik *et al.*, 2010) and chicken frankfurters (Keklik *et al.*, 2009) have been also previously reported.

The aim of this study was to systematically evaluate the effect of intense light pulses (ILP) on sensory quality of 5 different types of meat products. Since the meat purchasing decisions are influenced by colour more than any other quality factor,

Acknowledgements: The data presented in this paper are an integral part of the PhD research of dr Igor Tomašević completed at Department of Food Safety and Food Quality, Ghent University, Belgium and funded by BASILEUS PROJECT-EM ECW programme approved by European Commission. All the help, guidance and support received from the colleagues at the University of Ghent, Belgium as well as the loan of the equipment from Claranor, France is gratefully acknowledged.

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Animal Source Food Technology Department, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Republic of Serbia.

Corresponding author: Tomašević Igor, tbigor@agrif.bg.ac.rs

because consumers use discoloration as an indicator of freshness and wholesomeness (*Mancini and Hunt, 2005*), special attention in our investigation was paid to the effect of ILP on the color of meat products.

Material and methods

Samples preparation

Five meat products: cooked ham, Parisian sausage, Parma ham, fermented sausage and bacon, were used in this study. All of the samples used were purchased from a local retailer and kept refrigerated at $2 \pm 2^\circ\text{C}$ until treated. Meat products slices were sampled as purchased.

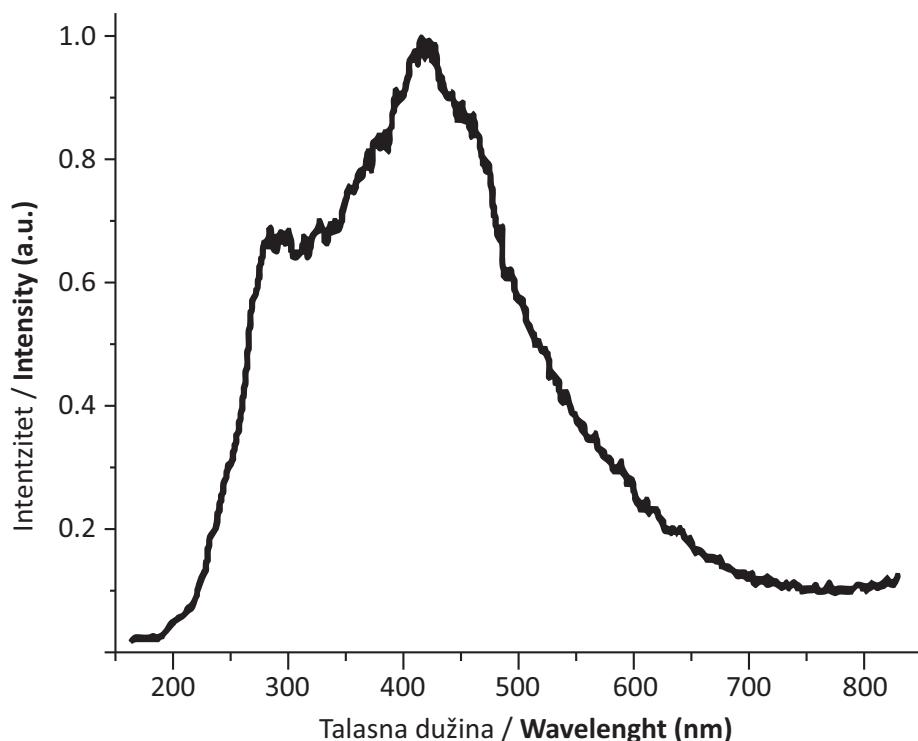
ILP equipment and treatment

The ILP treatments were performed using a laboratory-scale batch-fed pulsed-light system unit: Tecum – Mobile Decontamination Unit (Claranor, Manosque – France). Light pulses with duration of 300 μs and pulse intensity of 3.4 J/cm², measured with SOLO 2 – Power and Energy Meter (Gentec

Electro-Optics, Inc., Quebec, Canada), were generated by four 20 cm cylindrical Xenon flash lamps (Flashlamps Verre & Quartz, Bondy, France), with an input voltage of 3000 V. The spectral intensity distribution of the light, as reported by Claranor, is shown in Figure 1. The samples were ILP-treated with 1 pulse (1P) and 5 pulses (5P) at a rate of one pulse per 2 seconds, respectively. During treatments, samples were placed in the system unit at a distance of 6 cm from the top and bottom lamps, and 10 cm from the left-hand and right-hand lamps. No treatment was applied to the control groups of samples.

Sensory Analyses

Sensory evaluation was performed by a professional panel of eight panelists, members of the Department of Food Safety and Food Quality-University of Ghent, Belgium and of the Animal Source Food Technology Department-University of Belgrade, Serbia. The panel was trained according to international standards (*ISO, 1993*) and additionally trained for three days in the sensory assessment of meat and meat products by a panel leader with over 2,000 h of sensory testing experience of meat



Graph 1. Spectral distribution of the xenon lamp used (Source: Claranor, France)

Grafikon 1. Spektralna distribucija ksenonovih lampi uređaja TECUM-Claranor

Table 1. Selected sensory attributes of the samples assessed using the 5 – point scale, with corresponding coefficients of importance (CI)

Tabela1. Odabrana senzorna svojstva i odgovarajući koeficijenti važnosti (KV) korišćeni prilikom ocenjivanja metodom korigovanog petobalnog bod sistema

Meat products/ Proizvodi od mesa:	Cooked ham, Parisian sausage, Bacon/ Kuvana šunka, Pariska kobasica, Slanina	Parma ham Fermented sausage/ Parma šunka, Fermentisana kobasica
Attribute/ Svojstvo	(CI)/(KV)	(CI)/(KV)
Appearance/Izgled	4	4
Color/Boja	5	4
Odor & Taste/Miris & Ukus	7	8
Texture&Juiciness/Tekstura & Sočnost	4	4

and meat products. The samples used in the additional training were over-treated with ILP (about 30 pulses per sample) and presented to the panelists in order to become acquainted with the impact of the treatment on a sample sensory profile. Each sample was identified by a three digit random code written on the serving plate.

The analyses were performed between meals. In all tests unsalted crackers and water were used to rinse the mouth between samples, which were presented about 10 min apart. Continual monitoring and investigation for any fatigue effect of individual results was performed to ensure satisfactory performance. Sensory tests were performed in a controlled sensory analysis laboratory (Food Safety and Food Quality Department/University of Ghent – Belgium) built in accordance to the general guidance for the design of test rooms intended for the sensory analysis of products (*ISO*, 2007) with individual booths equipped with computer terminals and provided with red light to mask any differences in color when needed.

Five-Point-Scale Scoring Method

The test was carried out as described by *Tomic et al.* (2008) with slight modifications. Selected sensory attributes (Table 1) were assessed using the 5-point scale with the following descriptions: 5 = (excellent, typical quality, without visible defects); 4 = (good quality, with minimal visible defects); 3 = (neither good nor poor quality, still can be used for its intended purpose); 2 = (poor quality, re-worked could be used for its intended purpose); and 1 = (unacceptable, extremely poor quality, cannot be used for its intended purpose), with ability of giving semi scores (4.5, 3.5, 2.5 and 1.5). Scores given to

each of assessed attributes were corrected by corresponding coefficients of importance (Table 1).

Coefficients of importance (CI) show the relative importance of a single sensory attribute to the total sensory quality. Sum of all CIs is arranged to be 20, and in that way the sum of corrected scores gives the „percentage of total sensory quality” in a given situation. Dividing the total value by the sum of CI gives the „pondered average value of total sensory quality”. A section in the score card was included for panelists to leave their comments.

Instrumental color measurement

Instrumental color readings of samples were measured using Konica Minolta spectrophotometer CM-2500d (Konica Minolta, Osaka, Japan), operating in the CIE L*a*b* color space. The L* (lightness), a* (redness) and b* (yellowness) values (a single repetition) were determined from the mean of 10 random readings on the surface of each sample, using D₆₅ illuminant and 10° standard observer. The measurement was repeated in triplicate (n = 3) and the values averaged. The instrument was calibrated with a white calibration tile and black calibration box. Data acquisition was performed using the Spectramagic NX color data software, version 1.52 (Osaka, Japan).

Statistical analysis

Data entry and decoding were 100% verified. A one-way ANOVA was conducted to compare the results of the different assays, using SPSS Statistics 17.0 (Chicago, Illinois, USA) data analysis software. An alpha level of p < 0.05 was used to determine significance.

Results and discussion

Five-Point-Scale Scoring Method

The 5 – pulses treatment resulted in significant quality degradation in both ready-to-eat cooked meat products evaluated. The sensory quality of Parisian sausage and cooked ham deteriorated after the 5 – pulses treatment to such an extent that they were assessed as unacceptable products (Table 2). It was also observed that after the 1-pulse treatment the color of cooked ham slices equalized with the color of untreated samples and stabilized in the next 3–5 minutes, while the brownish color of 5 pulses treated cooked ham samples remained. Our findings

are contrary to results previously reported by *Hierro et al.* (2011) where the testing panelists did not find significant differences ($p < 0.01$) in any of the parameters evaluated among pulsed and non-pulsed ham slices. The only similarity to our investigation of ready-to-eat cooked meat products, can be found in their results for bologna where the sensory test reflected differences ($p < 0.01$) for odor and flavor in the samples treated with fluences of 4.2 J/cm^2 or higher, while appearance and color only differed in the slices pulsed with 8.4 J/cm^2 .

Dry-cured meat product, Parma ham and bacon, showed a greater resistance to the impacts of ILP than examined cooked meat products. There were no statistically significant differences ($p > 0.05$) in

Table 2. Sensory evaluation scores (mean \pm SD) for 5 – Point – Scale Scoring test of the ILP treated meat products

Tabela 2. Srednje vrednosti senzornih ocena (korigovani petobalni bod sistem) proizvoda od mesa pre i posle ILP tretmana

	Cooked Ham/ Kuvana šunka	Parisian Sausage/ Pariska kobasica	Parma Ham/ Parma šunka	Bacon/ Slanina	Fermented Sausage/ Fermentisana kobasica
Control/Kontrola	Appearance/ Izgled	3.8 \pm 0.3a	4.4 \pm 0.2a	4.9 \pm 0.2	4.9 \pm 0.2
	Color/ Boja	3.9 \pm 0.2a	4.9 \pm 0.2a	4.9 \pm 0.2	4.9 \pm 0.2
	Odor&Taste/ Miris & Ukus	3.6 \pm 0.2a	4.4 \pm 0.2a	4.4 \pm 0.2a	4.4 \pm 0.1
	Texture&Juiciness/ Tekstura & Sočnost	3.9 \pm 0.2a	4.4 \pm 0.2a	4.4 \pm 0.2a	4.4 \pm 0.2a
	Total score/ Ukupna ocena	3.8 \pm 0.1a	4.5 \pm 0.2a	4.6 \pm 0.2a	4.5 \pm 0.2
1 pulse/1 puls	Appearance/Izgled	3.3 \pm 0.3b	4.0 \pm 0.4a	4.9 \pm 0.2	4.6 \pm 0.2
	Color/Boja	3.4 \pm 0.2b	4.4 \pm 0.2b	4.9 \pm 0.2	4.8 \pm 0.2
	Odor&Taste/ Miris & Ukus	2.5 \pm 0.4b	4.0 \pm 0.4a	4.0 \pm 0.4a	4.2 \pm 0.1
	Texture&Juiciness/ Tekstura & Sočnost	3.5 \pm 0.4a	3.9 \pm 0.2b	4.1 \pm 0.2a	4.1 \pm 0.2a,b
	Total score/ Ukupna ocena	3.1 \pm 0.2b	4.0 \pm 0.3b	4.4 \pm 0.2a	4.4 \pm 0.2
/5 pulses/5 pulseva	Appearance/Izgled	2.9 \pm 0.2b	1.5 \pm 0.7b	4.8 \pm 0.3	4.9 \pm 0.2
	Color/Boja	1.6 \pm 0.2c	1.2 \pm 0.3c	4.7 \pm 0.3	4.4 \pm 0.2b
	Odor&Taste/ Miris & Ukus	1.1 \pm 0.2c	1.1 \pm 0.2b	2.6 \pm 0.2b	3.1 \pm 0.2c
	Texture&Juiciness/ Tekstura & Sočnost	1.4 \pm 0.2b	1.6 \pm 0.2c	3.6 \pm 0.2b	3.7 \pm 0.3b
	Total score/ Ukupna ocena	1.6 \pm 0.2c	1.3 \pm 0.2c	3.7 \pm 0.2b	3.9 \pm 0.2b

Legend/Legenda/^{a,b,c}Values in the same column with different letter are significantly different ($p < 0.05$)/^{a,b,c}Vrednosti u istoj koloni sa različitom slovnom oznakom su statistički značajno različite ($p < 0.05$)

Table 3. Instrumental color values (mean \pm SD) of the ILP treated meat products
Tabela 3. Srednje vrednosti instrumentalnih parametara boje proizvoda od mesa pre i posle ILP tretmana

	Cooked ham/ Kuvana šunka	Parisian Sausage/ Pariska kobasica	Parma ham/ Parma šunka	Fermented sausage/ Fermentisana kobasica	Bacon/ Slanina
Control/ Kontrola	L*	62.0 \pm 0.6a	68.0 \pm 0.1	54.8 \pm 0.2a	47.0 \pm 0.2
	a*	12.7 \pm 0.2a	11.8 \pm 0.3a	22.2 \pm 0.3a	18.1 \pm 1.1a
	b*	15.6 \pm 0.7a	13.3 \pm 0.2a	31.1 \pm 0.5	10.1 \pm 0.2
1 pulse/ 1 puls	L*	62.8 \pm 0.5a	67.5 \pm 0.5	54.9 \pm 0.3a	47.5 \pm 0.4
	a*	11.5 \pm 0.3b	10.5 \pm 0.2b	20.6 \pm 0.4b	17.5 \pm 0.7a
	b*	16.1 \pm 0.7a	15.1 \pm 0.2b	31.3 \pm 0.5	10.1 \pm 0.4
5 pulses/ 5 pulseva	L*	64.5 \pm 1.0b	68.2 \pm 0.8	53.0 \pm 0.3b	47.0 \pm 0.3
	a*	9.2 \pm 1.0c	8.6 \pm 0.6c	20.5 \pm 0.3b	15.3 \pm 0.4b
	b*	17.4 \pm 1.0b	16.5 \pm 0.2c	31.3 \pm 0.5	10.5 \pm 0.2

Legend/Legenda: ^{a,b,c}Values in the same column with different letter are significantly different ($p < 0.05$) L* (lightness), a* (redness) and b* (yellowness)/^{a,b,c}Vrednosti u istoj koloni sa različitom slovnom oznakom su statistički značajno različite ($p < 0.05$) L* (svetloća), a* (udeo crvene boje) i b* (udeo žute boje)

any of the attributes evaluated between 1 pulse treated and untreated samples of Parma ham (Table 3). In the case of bacon, the same treatment caused significant difference only in odor, although assessors noted that the odor of both, treated and control bacon samples, was not so pronounced. When the higher fluence of 17 J/cm² (5 – pulses treatment) was applied to Parma ham and bacon their odor and taste significantly decreased ($p < 0.05$) to the level of neither good nor poor, as assessed by the panelist. The changes in their texture and juiciness followed. This is in agreement with the previously observed variations in dry cured loin right after the ILP treatment of 11.9 J/cm² when odor and flavor significantly decreased (Ganan *et al.*, 2013), also.

The sensory quality of 1 pulse treated fermented sausage was not significantly different to the control sample (Table 2) which is in concurrence with the findings of Ganan *et al.* (2013) where no significant differences ($p > 0.05$) were observed in *salchichón* treated with different fluences, also. When the fermented sausage was exposed to 5 – pulses treatment only the texture and juiciness were significantly affected. It was already observed that one of the main ILP disadvantages is that heat can be generated as a side effect, which can cause dehydration (Oms-Oliu *et al.*, 2010) that caused slight deterioration of the fermented sausage juiciness, in our case.

Instrumental color measurement

Pulsed light lightened cooked ham after the higher treatment was applied (Table 3). The a* value gradually decreased as fluence increased while only the highest fluences significantly affected the b* value, same way it did in the experiments of E. Hierro *et al.* (2011). The lightness of Parisian sausage remained unaffected while redness and yellowness suffered significantly with observed difference among the fluences assayed. The significant increase in b* values of cooked ham after the ILP treatment was previously reported (Wambura and Verghese, 2011) as well as other cooked-meat products like bologna (Hierro *et al.*, 2011) and chicken frankfurters (Keklik *et al.*, 2009).

In Parma ham, lightness (L*) was significantly lower in samples treated with 17 J/cm² (5 pulses) compared to control and samples treated with 3.4 J/cm² (1 pulse) while in fermented sausage and bacon it remained unaffected by the ILP (Table 3). The lightness of dry-cured loin also endured while it was significantly higher in *salchichón* (fermented sausage) in samples treated with 11.9 J/cm² as reported by (Ganan *et al.*, 2013). The a* value significantly decreased after the 5-pulses treatment in Parma ham, fermented sausage and bacon while the b* value has significantly changed (increased) only in bacon. It has been reported that when cured meat products are exposed to light, discoloration appears as a decrease in a* values and an increase in b* values, with or without a change in L* (Hunt *et al.*, 1991).

Conclusion

Our study indicated that the changes in sensory quality induced by intense light pulses are different and depended on type of meat product and ILP dose applied. The results for cooked meat products

are not promising because ILP significantly deteriorated their quality. ILP caused fewer changes in the sensory properties of dry cured then in cooked meat products. Fermented sausage was least affected by ILP of all the meat products.

References

- Cheigh C. I., Hwang H. J., Chung M. S., 2013.** Intense pulsed light (IPL) and UV-C treatments for inactivating *Listeria monocytogenes* on solid medium and seafoods. *Food Research International*, 54, 1, 745–752.
- Ganan M., Hierro E., Hospital X. F., Barroso E., Fernández M., 2013.** Use of pulsed light to increase the safety of ready-to-eat cured meat products. *Food Control*, 32, 2, 512–517.
- Hierro E., Barroso E., de la Hoz L., Ordonez J. A., Manzano S., Fernandez M., 2011.** Efficacy of pulsed light for shelf-life extension and inactivation of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat cooked meat products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12, 3, 275–281.
- Hierro E., Ganan M., Barroso E., Fernández M., 2012.** Pulsed light treatment for the inactivation of selected pathogens and the shelf-life extension of beef and tuna carpaccio. *International Journal of Food Microbiology*, 158, 1, 42–48.
- Hunt M. C., Acton J. C., Benedict R. C., Calkins C. R., Conforth D. P., Jeremiah L. E., 1991.** American Meat Science Association Committee on Guidelines for Meat Color Evaluation. National Live Stock and Meat Board. Chicago.
- ISO, 1993.** ISO 8586-1:1993 Sensory analysis – General guidance for the selection, training and monitoring of assessors *Part 1: Selected assessors*. Geneva, Switzerland.
- ISO, 2007.** ISO 8589:2007 Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms. Geneva, Switzerland.
- Keklik N. M., Demirci A., Puri V. M., 2009.** Inactivation of *Listeria monocytogenes* on Unpackaged and Vacuum-Packaged Chicken Frankfurters Using Pulsed UV-Light. *Journal of Food Science*, 74, 8, M431-M439.
- Keklik N. M., Demirci A., Puri V. M., 2010.** Decontamination of unpackaged and vacuum-packaged boneless chicken breast with pulsed ultraviolet light. *Poultry Science*, 89, 3, 570–581.
- Mancini R. A., Hunt M. C., 2005.** Current research in meat color. *Meat Science*, 71, 1, 100–121.
- Oms-Oliu G., Martín-Belloso O., Soliva-Fortuny R., 2010.** Pulsed Light Treatments for Food Preservation-A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 3, 1, 13–23.
- Ozer N. P., Demirci A., 2006.** Inactivation of *Escherichia coli* O157 : H7 and *Listeria monocytogenes* inoculated on raw salmon fillets by pulsed UV-light treatment. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 4, 354–360.
- Paskeviciute E., Buchovcic I., Luksiene Z., 2011.** High-power pulsed light for decontamination of chicken from food pathogens: a study on antimicrobial efficiency and organoleptic properties. *Journal of Food Safety*, 31, 1, 61–68.
- Rowan N. J., Valdramidis V. P., Gómez-López V. M., 2015.** A review of quantitative methods to describe efficacy of pulsed light generated inactivation data that embraces the occurrence of viable but non culturable state microorganisms. *Trends in Food Science & Technology*, 44, 79–92.
- Tomic N., Tomasevic I., Radovanovic R., Rajkovic A., 2008.** “Uzice Beef Prshuta”: Influence of different salting processes on sensory properties. *Journal of Muscle Foods*, 19, 3, 237–246.
- Wambura P., Vergheze M., 2011.** Effect of pulsed ultraviolet light on quality of sliced ham. *LWT – Food Science and Technology*, 44, 10, 2173–2179.

Uticaj intenzivnih svetlosnih pulseva na senzorni kvalitet proizvoda od mesa

Tomašević Igor

Rezime: Ispitivan je uticaj intenzivnih svetlosnih pulseva (ISP) na senzorni kvalitet proizvoda od mesa koristeći pet različitih tipova proizvoda od mesa: kuvane šunke, pariske kobasice, Parma šunke, fermentisane kobasice i slanine. Svi uzorci tretirani su sa 1 i 5 svetlosnih pulseva (dužina trajanja pulsa 300 µs i intenzitet pulsa 3,4 J/cm²) u interval od jednog pulsa na svake 2 sekunde. Promene senzornog kvaliteta nastale dejstvom intenzivnih svetlosnih pulseva su se razlikovale i bile su zavisne od vrste proizvoda od mesa i jačine ne primenjenog tretmana. Rezultati vezani za barene proizvode od mesa nisu obećavajući s obzirom da je ISP značajno umanjio njihov senzorni kvalitet. Svi salamurenii proizvodi od mesa, Parma šunka i slanina, pokazali su veću senzornu postojanost na dejstvo ISP u odnosu na barene proizvode od mesa. Fermentisana kobasica je pretrpela najmanje senzorne promene od svih ispitivanih proizvoda od mesa. IPS je posvetlio kuvanu šunku nakon primene jačeg tretmana dok je svetloća pariske kobasice ostala nepromenjena. Vrednost a^* značajno je opala tek nakon dejstva 5 pulseva kod Parma šunke, fermentisane kobasice i slanine dok je b^* vrednost značajno promenjena (porasla) samo kod slanine.

Ključne reči: intenzivni svetlosni pulsevi, proizvodi od mesa, senzorni kvalitet, boja.

Paper received: 29.4.2015.

Paper corrected: 9.06.2015.

Paper accepted: 10.06.2015.

Uticaj svinjskog mesa i masti na zdravlje ljudi

Bošković Marija¹, Baltić Ž. Milan¹, Ivanović Jelena¹, Đurić Jelena¹, Dokmanović Marija¹, Marković Radmila², Šarčević Danijela², Baltić Tatjana²

S a d r ž a j: Meso ima značajnu ulogu u ljudskoj evoluciji i neophodno je za pravilan rast i razvoj organizma, pre svega jer predstavlja značajan izvor proteina, ali i vitamina B grupe, folne kiseline i vitamina A i D. Crveno meso takođe sadrži velike količine gvožđa, ali i cinka i drugih mineralnih materija, a njihova iskoristivost iz mesa je mnogo veća nego iz biljnih izvora. Poslednjih godina crveno, a pre svega svinjsko meso, kao i svinjska mast pominju se u negativnom kontekstu, a njihova upotreba u ishrani povezuje se sa mnogobrojnim oboljenjima kao što su kardiovaskularna oboljenja, kancer i dijabetes. Kao uzrok ovih oboljenja najčešće se pominje mast, zbog čega industrija mesa teži ka redukciji nivoa masti u mesu i proizvodima od mesa. Međutim, mast predstavlja značajan izvor masnih kiselina, a mnogobrojne preporuke na osnovu velikog broja istraživanja baziraju se na balansiranju odnosa zasićenih i nezasićenih masnih kiselina pre nego na izbacivanju masti iz ishrane. Ipak i pored negativne slike koja je stvorena u javnosti, svinjsko meso je i dalje vrsta mesa sa najvećom proizvodnjom i potrošnjom na globalnom nivou.

Ključne reči: crveno meso, mast, nutritivni sastav, kardiovaskularna oboljenja, kancer.

Uvod

Smatra se da je konzumiranje mesa, naročito crvenog mesa predstavljalo prekretnicu u ljudskoj ishrani i imalo značajan uticaj u ljudskoj evoluciji (*Pereira i Vicente, 2013*). Upotreba mesa u ishrani doprinela je razvijanju gastrointestinalnog trakta, imala je ključnu ulogu u razvoju kranio-dentalnih karakteristika, stava tela i drugih osobina koje su uticale na odvajanje čoveka od drugih hominida i od tada predstavlja značajan izvor makro i mikro nutritijenata esencijalnih za optimalan rast i razviće (*Higgs, 2000; Pereira i Vicente, 2013*). U crveno meso pored goveđeg, ovčjeg i crvenog mesa živine, spada i svinjsko meso koje se proizvodi svuda u svetu uz izuzetak nekih regiona u kojima se ovo meso ne konzumira iz kulturno-roliskih i religioznih razloga (http://www.fao.org/ag/aginfo/themes/en/meat/backgr_source.htm; *McNeill i Van Elswyk, 2012; Cosgrove i dr., 2005*). Ovo meso predstavlja najčešće konzumiranu vrstu mesa kopnenih životinja i čini više od 36% ukupnog unosa mesa na svetskom nivou, a u razvijenim zemljama i preko 50% (<http://www.fao.org/ag/aginfo/themes/en/meat/backgrsource.htm>; <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/pigs/home.html>; *FAO, 2009*). Zajedno sa mesom živine ovaj sektor stočarske proizvodnje beleži najveći rast. Prema podacima iz 2010. godine na svetskom nivou proizvedeno je 109.370 hiljada

tona sa stopom rasta od 2,2% u periodu od 2000 do 2010. godine, dok je u Srbiji obim proizvodnje bio 269.000 tona (*FAO, 2013*). Statistički podaci ukazuju da će broj grla na svetskom nivou dostići bilion do 2015. godine, što predstavlja duplo veći broj u odnosu na 1970. godinu (<http://www.fao.org/ag/aginfo/themes/en/pigs/home.html>). Ipak i pored toga što predstavlja najviše konzumirano meso, slika koju ova vrsta mesa, a naročito mast, imaju u javnosti i na osnovu koje se uglavnom formira stav potrošača, nije uvek pozitivna (*Verbeke i dr., 2011*). Potrošači uglavnom opisuju svinjsko meso kao jeftino, uobičajeno i praktično za svakodnevnu upotrebu, ali ga smatraju i kao najmasnijom vrstom mesa u poređenju sa govedim i mesom živine (*Verbeke i Viaene, 1999; Verbeke i dr., 1999; Verbeke i dr., 2011*), zbog čega je neophodno razjasniti ulogu svinjskog mesa i masti u ishrani i održavanju homeostaze organizma.

Sastav svinjskog mesa i masti i značaj u ishrani

Proteini

Proteini koji se unose putem hrane neophodni su za rast, razvoj, obnovu organizma i obezbeđivanje energije (*Wyness i dr., 2011*). Meso, a naročito

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

²Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kaćanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija.

crveno meso, predstavlja značajan izvor biološki vrednih proteina (Higgs, 2000; Pereira i Vicente, 2013). Crveno meso u 100g sadrži oko 20–24 g proteina u sirovom stanju ili 27–35 g u termički obrađenom (Wyness i dr., 2011). Meso sadrži osam esencijalnih amino-kiselina neophodnih u ljudskoj ishrani i histidin za koji se smatra da predstavlja dodatnu esencijalnu amino-kiselinu za decu u razvoju (Higgs, 2000; Wyness i dr., 2011). U crvenom mesu nalazi se i amino-kiselina taurin, koja je esencijalna za razvoj novorođenčadi i male dece, jer oni za razliku od odraslih osoba, slabije sintetišu ovu amino-kiselinu iz cisteina. Esencijalne amino-kiseline imaju ulogu u regeneraciji mišićnog tkiva nakon nekih povreda ili hirurških zahvata (Higgs, 2000). Kod starijih ljudi kombinacija proteina i mikroelemenata poreklom iz crvenog mesa može da redukuje pojavu sarkopenije koja predstavlja degenerativni gubitak mišićne mase (McNeill i Van Elswyk, 2012). Crveno meso kao izvor biološki visoko vrednih proteina ima ulogu u borbi protiv gladi koja u zemljama u razvoju predstavlja izuzetan problem (WHO, 2004; FAO, 2011). Naime, zabeleženo je da pothranjenost usled nedostatka proteina u ishrani čini 49% od 10.4 miliona smrti kod dece ispod pet godina (FAO, 2011). Procenjuje se da trećina dece ispod pet godina u svetu gladuje što potrebu za mesom u zemljama u razvoju čini još drastičnijom i ukazuje na značaj mesa u održavanju zdravlja (UNICEF, 2007).

Masti

I pored toga što je tendencija usmerena na proizvodnju mesa sa što manjim procentom masti, mast i dalje predstavlja važan činilac u proceni kvaliteta mesa, a njena količina i sastav utiču na čvrstinu i ukus mesa (Forrest i dr., 1975; Wood i dr., 1999; Webb, 2006; Webb i O'Neill, 2008). Iako količina masti varira u zavisnosti od uglavnog genetskih predispozicija vrste i rase, kao i načina ishrane, više istraživanja je pokazalo da meso svinja ima manji sadržaj masti nego ovčije i goveđe meso (Enser i dr., 1996; Cosgrove i dr., 2005). Masti su neutralni lipidi, trigliceridi koji predstavljaju estre alkohola glicerola sa tri masne kiseline, a njihove fizičke karakteristike variraju u zavisnosti od hemijske strukture masnih kiselina (IUPAC, 1978; Campbell, 1995; Webb i O'Neill, 2008; Ivanović i dr., 2012). Masti ne samo što obezbeđuju metaboličku energiju već imaju ulogu u produkciji fosfolipida koji su bitni u održavanju strukture ćelijskih membrana (Webb i O'Neill, 2008). Kao i količina masti i masno-kiselinski sastav zavisi od načina ishrane, gajenja i rase (Ivanović i dr., 2012). Masne kiseline mogu biti zasićene ukoliko sadrže

samo jednostruke veze između ugljenikovih atoma tj. ukoliko su sve dostupne veze popunjene drugim atomima, mononezasićene, ukoliko imaju jednu dvostruku vezu i polinezasićene ukoliko imaju više od jedne dvostrukе veze (IUPAC, 1978; Campbell, 1995; Webb i O'Neill, 2008; Ivanović i dr., 2012). U zavisnosti od pozicije ugljenikovog atoma na kome se javlja prva dvostruka veza, nezasićene masne kiseline mogu biti ω-3, ω-6 ili ω-9 masne kiseline (ili n-3, n-6, n-9; n-skraćeno od nomenklature) (IUPAC, 1978; Ivanović i dr., 2012). Naročiti značaj u ishrani imaju n-3 i n-6 masne kiseline koje u organizmu ljudi ne mogu biti sintetisane *de novo* i predstavljaju esencijalne masne kiseline. Esencijalne masne kiseline sa 18 ugljenikovih atoma su linolna i linoleinska kiselina (Webb i O'Neill, 2008; Ivanović i dr., 2012). Linolna kiselina pored strukturne uloge ima ulogu u snižavanju nivoa serumskog holesterola (Webb i O'Neill, 2008). Najbitnije esencijalne masne kiseline koje sadrže 20 ugljenikovih atoma su arahidonska i eikozapentaenočna kiselina i one se u značajnim količinama mogu naći samo u mesu, ribi i ribljem ulju (Smith, 2007; Webb i O'Neill, 2008). Svinjska mast predstavlja važan izvor linolne kiseline i čini 6–12% masno kiselinskog sastava što je više nego u goveđem (2–3%) i ovčijem loju (2,5–4%) (Ivanović i dr., 2012). Linoleinska i arahidonska kiselina takođe se nalaze u višim koncentracijama u svinjskoj masti nego u mastima i loju drugih vrsta životinja, ali i više nego u intermuskularnoj masti (Wood i dr., 2008; Ivanović i dr., 2012). Dokosaheksaenočna kiselina (DHA) je polinezasićena masna kiselina koja je esencijalna za razvoj CNS-a kod novorođenčadi i istraživanja su pokazala da je nivo ove kiseline u mleku majki koje su vegani drastično niži u poređenju sa majkama koje koriste meso u ishrani (Higgs, 2000). Mononezasićena masna kiselina koja je najzastupljenija u svinjskom mesu i masnom tkivu je oleinska kiselina (40%) (Higgs, 2000; Ivanović i dr., 2012). Ukoliko se meso u ishrani zameni sa mlečnim proizvodima koji sadrže male količine mononezasićenih masnih kiselina došlo bi do još većeg disbalansa između masnih kiselina u korist miristinske kiseline koja se smatra veoma štetnom (Higgs, 2000).

Pored nezasićenih bitno je pomenuti i zasićene masne kiseline zbog kojih se uglavnom meso smatra nezdravim, iako je u odnosu na prethodni period kada je formirano ovakvo mišljenje njihova količina smanjena (Higgs, 2000). Svinjsko meso sadrži oko 41% zasićenih masnih kiselina u odnosu na 42% mononezasićenih i 17% polinezasićenih masnih kiselina (Ivanović i dr., 2012).

Vitamini i minerali

Gvožđe je metal neophodan za formiranje hemoglobina u eritrocitima, učestvuje u velikom broju hemijskih reakcija, potreban je za održavanje normalnog energetskog metabolizma i ima značajnu ulogu u održavanju imuniteta (*Wyness i dr.*, 2011). Deficijencija gvožđa predstavlja najčešći poremećaj širom sveta i zahvata populaciju kako zemalja u razvoju tako i populaciju razvijenih zemalja (*WHO*, 2008). Procenjuje se da od anemije izazvane deficijencijom gvožđa na globalnom nivou boluje oko 600 miliona dece predškolskog i školskog uzrasta (*WHO*, 2008). Rezultati istraživanja su pokazala da su apsorpcija i bioiskoristivost mineralnih materija, pre svega gvožđa i cinka poreklom iz crvenog mesa veće od apsorpcije i bioiskoristivosti istih minerala iz izvora biljnog porekla (*Etcheverry i dr.*, 2006; *McNeill i Van Elswyk*, 2012), a ESPGHAN (European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition) Komitet o ishrani preporučio je upotrebu mesa kao dobrog izvora gvožđa koje upotpunjava ishranu dece i podržava njihov kognitivni razvoj (*Agostoni i dr.*, 2008; *McNeill i Van Elswyk*, 2012). Crveno meso, uključujući i svinjsko meso je bogat izvor cinka, koji je esencijalan za rast i razvoj ćelije, reparaciju tkiva, a ima i ulogu u reproduktivnom razvoju i održavanju imuniteta (*Biesalski*, 2005; *Wyness i dr.*, 2011). Osim gvožđa i cinka crveno meso predstavlja i bogat izvor drugih mikroelemenata kao što su magnezijum, bakar, fosfor, kobalt. Iako se crveno meso smatra izvorom selena koji ima antioksidativnu ulogu i neophodan je u održavanju imuniteta bitno je pomenuti da njegova koncentracija u mesu zavisi od ishrane životinja (*Wyness i dr.*, 2011).

Iako mast ne sadrže vitamine i mineralne materije, n-3 i n-6 polinezasičene kiseline neophodne su u ishrani, jer imaju ulogu nosača liposolubnih vitamina (vitamin A, D, E i K) (*Webb i O'Neill*, 2008). Crveno meso je bogato i vitaminima B grupe, naročito vitaminom B₁₂ koji predstavlja najveći i najkompleksniji vitamin, ali i vitamina D i A (*Williamson i dr.*, 2005; *Pereira i Vicente*, 2013).

Povezanost svinjskog mesa i masti sa bolestima i patološkim stanjima

Bolesti prenosive hranom čiji su uzročnici *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, enterohemoragična *Escherichia coli* (EHEC), *Campylobacter spp.*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* i druge *Bacillus spp.*, hepatitis E virus (HEV) vezane su

za konzumiranje svinjskog mesa, koje se ovim patogenim mikroorganizmima može kontaminirati od žive životinje, opreme, osoba koje su u kontaktu sa mesom ili iz okoline (*Mataragas i dr.*, 2008). Osim što predstavlja potencijalni izvor patogena koji izazivaju alimentarne infekcije i intoksikacije, svinjsko i crveno meso uopšte, kao i svinjska mast, se sve češće povezuju sa metaboličkim poremećajima i patološkim stanjima kao što su kardiovaskularne bolesti, razne vrste kancera, gojaznost i *diabetes mellitus* tip 2 (*Buttriss*, 2005; *Williamson i dr.*, 2005; *Larsson i Wolk*, 2006; *Ferguson*, 2010; *McAfee i dr.*, 2010; *Baena Ruiz i Salinas*, 2014; *Berjia i dr.*, 2014).

Povezanost svinjskog mesa i masti sa kolorektalnim kancerom

Meso, naročito crveno meso je namirnica koja se često povezuje sa rizikom od nastanka kancera. Iako se veliki broj tipova kancera poput kancera dojke, prostate, pankreasa, pluća, laringsa, mokraćne bešike i bubrega povezuje sa konzumiranjem crvenog mesa, kolorektalni kancer predstavlja tip kanca- ra koji se najčešće dovodi u vezu sa upotrebotom mesa i proizvoda mesa u ishrani (*Bosetti i dr.* 2002; *Dosil-Diaz i dr.*, 2007; *Ferguson*, 2010; *Baena i Salinas*, 2014; *Berjia i dr.*, 2014).

Supstance koje su izolovane iz mesa, a smatra se da imaju ulogu u kancerogenezi su mast, heterociklični aromatični amini (HAAs), policiklični aromatični ugljovodonici (PAHs), N-nitrozo komponente (NOc) i gvožđe (*Higgs*, 2000; *Ferguson*, 2010; *Baena i Salinas*, 2014). eterociklični aromatični amini i policiklični aromatični ugljovodonici predstavljaju genotoksične supstance koje deluju direktno na DNK, izazivaju tačkaste mutacije, delecije i izazivaju inicijalne promene u kancerogenezi (*Baena i Salinas*, 2014). Ove mutagene i kancerogene supstance ne nalaze se u svežem mesu, već se stvaraju u toku termičke obrade mesa, a njihovo formiranje zavisi od vrste mesa, temperature, dužine izlaganja termičkoj obradi kao i načina pripremanja mesa (*Navarro i dr.*, 2004; *WHO/FAO*, 2004; *Jägerstad i Skog*, 2005; *Badry*, 2010; *Aaslyng i dr.*, 2013; *Berjia i dr.*, 2014). Kao najopasniji način spremanja mesa, tokom koga se HAAs i PAHs stvaraju u najvišim količinama izdvaja se pripremanje mesa na roštilju. Nešto niže koncentracije ovih hemijskih jedinjenja stvaraju se tokom prženja mesa, a kao najbezbedniji način spremanja ističu se pečenje i kuvanje mesa (*Berjia i dr.*, 2014). Osim jedinjenja koja se stvaraju u toku dugotrajnog izlaganja mesa visokim temperaturama, smatra se da i pojedini sastojci mesa kao što su mast i gvožđe imaju kancerogeni efekat.

Iako mehanizam kojim mast utiče na nastanak kancera nije u potpunosti razjašnjen, pretpostavlja se da ona povećava rezistenciju na insulin i da ima uticaj na povišeno lučenje žučnih kiselina koje deluju agresivno na intestinalnu mukozu. Mast, takođe utiče na pojavu gojaznosti koja se smatra predisponirajućim faktorom za nastanak kancera (Ferguson, 2010; Corpet, 2011; Baena i Salinas, 2014). Smatra se da je gvožđe, koje se u crvenom mesu u odnosu na druge namirnice nalazi u značajnim količinama, karcinogeni metal, koji povećava proliferaciju ćelija mukoze, mada pojedini autori smatraju da ono ima ko-kancerogeni efekat (Ferguson, 2010). Osim opisanih jedinjenja, bitno je pomenuti ulogu N-nitrozo jedinjenja koja se mogu naći pre svega u proizvodima od mesa ili se mogu formirati u intestinalnom traktu nakon unosa crvenog mesa (Ferguson, 2010).

Ipak i pored opisanih mehanizama na osnovu kojih se postavlja hipoteza o povezanosti konzumiranja crvenog mesa, rezultati ispitivanja su dosta kontradiktorni. Rezultati nekih meta-analiza govore u korist ove hipoteze i dovode u vezu upotrebu velikih količina crvenog mesa u ishrani, mada većina istraživanja pronalazi da korišćenje proizvoda od mesa u ishrani dovodi do većeg rizika od pojave kolorektalnog kancera nego upotreba crvenog mesa (Norat i dr., 2002; Larsson i Wolk, 2006; Chan i dr., 2011). Takođe količina unetog mesa, ali i njena učestalost bitno utiču na rizik od pojave kolorektalnog kancera (Norat i dr., 2002). Suprotno ovim istraživanjima u kojima se konzumiranje crvenog mesa u potpunosti ili delimično povezuje sa incidentom pojave kolorektalnog kancera, rezultati mnogih istraživanja ne pronalaze statistički značajan uticaj crvenog mesa u povećanom riziku od kolorektalnog kancera, ili ona pokazuju da meso *per se* nije kancerogeno već da na njegovu kancerogenost utiče način spremanja hrane (Navarro i dr., 2004; Oba i dr., 2006; McNeill i Van Elswyk, 2012). Takođe rezultati određenih studija pokazuju da kancerogeni po-reklom iz mesa povećavaju rizik od kolorektalnog kancera samo kod genetski predisponiranih jedinika, kao i da osobe koje konzumiraju meso nemaju veći stepen mortaliteta od kolorektalnog kanca-ra nego vegetarijanci (Higgs, 2000; Le Marchand i dr., 2002).

Povezanost svinjskog mesa i masti sa kardiovaskularnim oboljenjima

Ishrana je jedan od bitnih faktora koji utiče na rizik od pojave kardiovaskularnih oboljenja u koje između ostalih spadaju i koronarno oboljenje srca, moždani i miokardijalni infarkt (Williamson

i dr., 2005; McAfee i dr., 2010). Upotreba crvenog mesa u ishrani se, pre svega zbog prisustva masti, često pominje kao uzrok ili faktor koji doprinosi progresiji kardiovaskularnih oboljenja (Higgs, 2000; McAfee i dr., 2010). Kao sastojak masti koji utiče na nastanak kardiovaskularnih oboljenja pominju se zasićene masne kiseline. Naime upotreba ovih kiselina u velikim količinama dovodi do povećanja masnih naslaga i ekspanziji i hipertrofije masnog tkiva koje na kraju dovodi do apoptoze. Kao posledica apoptoze dolazi do oslobođanja inflamatornih proteina kao što su citokini i hemokini koji dovode do inflamacije, rezistencije na insulin i povećanog rizika od pojave kardiovaskularnih oboljenja i metaboličkog sindroma (Willerson i Ridker, 2004; Haffner, 2006; Kennedy i dr., 2009; Pereira i Vicente, 2013). Smatra se da arahidonska kiselina povećava rizik od nastanka tromboze, jer predstavlja prekursor za nastanak tromboksana koji imaju ulogu u započinjanju procesa agregacije plaka u krvnim sudovima (Gabrielsen i dr., 2010; Christoffersen i Haug, 2011; Pereira i Vicente, 2013). Ipak pretpostavka da je arahidonska kiselina odgovorna za povećanje tendencije ka trombozama u zapadnom društvu je suviše pojednostavljena. Prisustvo velike količine linolne kiseline u trenutnoj ishrani ljudi utiče na porast nivoa linolne i arahidonske kiselina (Higgs, 2000). Naime linolna kiselina se konvertuje u homogamalinolnu kiselinu, arahidonsku kiselinu i alfa-linoleinsku kiselinu. Ove polinezasičene kiseline sa dugim lancima formiraju seriju eikosanoida koji imaju raznovrsne uloge. Homogamalinoleinska kiselina je prekursor PGE₁, koji sprečava agregaciju trombocita, dok TXA₂ nastaje iz arahidonske kiseline koja predstavlja prekursor za stvaranje prostaglandina (Seppänen-Laakso i dr., 2002; Wood i dr., 2008; Webb i O'Neill, 2008). Sa druge strane u odsustvu linolne kiseline dugolančane n-6 i n-3 polinezasičene masne kiseline dovode do povećanja nivoa eikosatrienoične i eikosapentanoične kiseline u plazmi koje smanjuju tendenciju stvaranja tromba (Higgs, 2000). Ipak postoje i podaci u literaturi, kao što su rezultati metaanalize koju su sprovele Siri-Tarino i dr. (2010) koji negiraju povezanost zasićenih masnih kiselina i srčanih oboljenja. Nisu sve masti povezane sa kardiovaskularnim bolestima u lošem kontekstu. Brojne studije su pokazale da unos n-3 polinezasičenih masnih kiselina ima povoljan uticaj na sprečavanje razvoja i progresije ateroskleroze na taj način što menja sastav plazminih lipida, snižava nivo triglicerola i sprečava stvaranje koronarnog plaka koji ima ključnu ulogu u nastanku ishemičnih promena (Sirtori i Galli, 2002; Webb i O'Neill, 2008; Pereira i Vicente,

2013). N-3 polinezasičene masne kiseline mogu stimulisati endotelnu relaksaciju koja ima antiaritmični i kardioprotektivni efekat na srce (*Webb i O'Neill*, 2008). Preporuke u vezi sa sprečavanjem kardiovaskularnih bolesti odnose se na smanjenje količine masti u mesu u količinskom smislu (*Krauss i dr.*, 2000). Ipak rezultati istraživanja koje su *Laaksonen i dr.* (2005) sproveli na muškarima srednjih godina, pokazuju da u cilju redukovanja kardiovaskularnih bolesti veći značaj ima unos monozasičenih i polinezasičenih masnih kiselina nego ukupan unos masti, zbog čega je potrebno da se istraživanja fokusiraju na kvalitativni odnos zasičenih i nezasičenih masnih kiselina u mastima, što može predstavljati prekretnicu u kontroli kardiovaskularnih oboljenja (*Webb i O'Neill*, 2008).

Iako je prihvaćeno da unos holesterola putem ishrane ima mali uticaj na nivo holesterola u plazmi, konzumiranje mesa i masti se i dalje povezuju sa negativnom slikom o holesterolu. Kao i u većini slučajeva i ovde presudan značaj ima odnos zasičenih i nezasičenih masnih kiselina. Zasičene masne kiseline iz mesa koje se povezuju sa povišenim nivoom holesterola su palmatinska i miristinska kiselina. Smatra se da miristinska kiselina ima najveći značaj u nastanku ateroskleroze i da ima četiri puta veći potencijal za podizanje nivoa holesterola u plazmi od palmitinske kiseline (*Ulbricht i Southgate*, 1991; *Higgs*, 2000). Ipak u mesu se miristinska kiselina nalazi u malim količinama a njena količina u svinjskoj masti je i po nekoliko puta manja u odnosu na masti i loj drugih vrsta životinja (*Higgs*, 2000; *Ivanović i dr.*, 2012). Čak i kod dece je dokazano da unos veće količine polinezasičenih i manje količine zasičenih masnih kiselina utiče na smanjenje ukupnog nivoa holesterola i što je najvažnije LDL (lipoprotein male gustine) holesterola (*Öhlund i dr.*, 2007). Dodatak n-3 masnih kiselina u ishrani ima pozitivan efekat na HDL i snižava nivo LDL holesterola (*Webb i O'Neill*, 2008). Sa kvantitativnog aspekta istraživanja su pokazala da nivo holesterola nije drastično viši kod masnog mesa i proizvoda od mesa u poređenju sa mesom koje ima manji sadržaj masti, a razlog ovakvih rezultata se ogleda u činjenici da se holesterol nalazi u ćelijskoj membrani i da njegova količina zavisi od broja mišićnih vlakana (*Chizzolini i dr.*, 1999; *Higgs*, 2000). Takođe svinjsko meso sadrži manju količinu holesterola (60mg/100g) u poređenju sa govedim i ovčijim mesom (70mg/100g) (*Ivanović i dr.*, 2012). Umerena upotreba svinjskog mesa u ishrani može redukovati nivo LDL holesterola kod zdravih jedinki i neki autori predlažu korišćenje ove vrste mesa kao sastavni deo terapeutske dijete (*Rubio i dr.*, 2006).

Povezanost svinjskog mesa i masti sa gojaznošću i *diabetes mellitus*-om

Gojaznost predstavlja značajan zdravstveni problem koji u sve većem broju zahvata populaciju svih uzrasta i različitih socialno-ekonomskih profila širom sveta (*Wyness i sar.*, 2011). Prisustvo crvenog mesa i masti u ishrani se često smatra uzročnikom gojaznosti, koja predstavlja rizik za nastanak drugih oboljenja i patoloških stanja kao što su kardiovaskularna oboljenja, dijabetes tip 2 i neki tipovi kancera (*Buttriss*, 2005; *Halkjær i sar.*, 2009; *McNeill i Van Elswyk*, 2012). S druge strane rezultati nekih kliničkih ispitivanja ukazuju da se crveno meso može uspešno uklopiti u dijete koje za cilj imaju gubitak telesne mase (*McNeill i Van Elswyk*, 2012). Rezultati istraživanja sprovedenih na gojaznim muškarcima i gojaznim ženama u periodu menopauze pokazuju da je gubitak telesne mase prilikom ishrane crvenim mesom sa manje masti ekvivalentan onom kada se u dijeti koristi piletina i riba ili ugljeni hidrati (*Leslie i sar.*, 2002; *Benassi-Evans i sar.*, 2009; *Belobrajdic i sar.*, 2010; *Campbell i Tang*, 2010; *McNeill i Van Elswyk*, 2012). Rezultati ogleda koji su *Meinert i dr.* (2012) sproveli na svinjskom mesu pokazuju da doručak bogat proteinima utiče na smanjenje osećaja gladi u periodu ručka što može predstavljati bitan podatak u toku držanja dijeta u cilju regulisanja telesne mase.

Diabetes mellitus tip 2 je takođe jedno od oboljenja koje se povezuje sa upotrebom crvenog mesa u ishrani. Veliki broj istraživanja sproveden je u cilju dokazivanja ili opovrgavanja ove prepostavke, ali rezultati su kontradiktorni. Rezultati metaanalize sprovedene na osnovu 10 kratkih studija pokazuju da osobe koje spadaju u grupu onih koji konzumiraju crveno meso u velikim količinama imaju značajno veći rizik da obole od dijabetesa tipa 2. Ovi rezultati su u skladu sa drugom meta-analizom baziranoj na devet kratkih studija (*Aune i dr.* 2009; *Wyness i dr.*, 2011). Međutim rezultati drugih istraživanja nisu ukazali na statistički značajan porast rizika kod onih osoba koje konzumiraju crveno meso u velikim količinama u odnosu na one koje koriste manje količine crvenog mesa u ishrani (*Micha i dr.*, 2010; *Wyness i dr.*, 2011). Rezultati istraživanja koje su sproveli *Sirtori i Galli* (2002), pokazuju da n-3 masne polinezasičene masne kiseline imaju pozitivan efekat na metabolizam glukoze i pomažu u regulaciji hiperglikemije. Zbog heterogenosti ispitivanja treba voditi računa o interpretaciji rezultata i treba imati u vidu da pored ishrane i gojaznosti, pre svega u abdominalnom delu, na pojavu dijabetesa tipa 2 utiču i drugi faktori kao što su genetski faktori i način života (*Buttriss*, 2005).

Zaključak

Uprkos negativnoj slici koja se poslednjih godina često vezuje za svinjsko meso i mast, ove namirnice imaju neospornu ulogu u ljudskoj evoluciji i predstavljaju neizostavan deo ishrane. Poštovanjem

preporuka i umerenim konzumiranjem svinjskog mesa i masti, na preporučen način, mogu se sprečiti potencijalne negativne posledice, a sve je veći broj naučnika koji ističu njihov značaj u ishrani i pozitivan uticaj na zdravlje.

Literatura

- Aaslyng M. D., Duedahl-Olesen L., Jensen K., Meinert L., 2013.** Content of heterocyclic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in pork, beef and chicken barbecued at home by Danish consumers. *Meat Science*, 93, 85–91.
- Agostoni C., Decsi T., Fewtrell M., Goulet O., Kolacek S., Koletzko B., 2008.** Complementary feeding: A commentary by ESPGHAN committee on nutrition. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 46, 99–110.
- Aune D., Ursin G., Veierød M. D., 2009.** Meat consumption and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Diabetologia*, 52, 2277–2287.
- Badry N. E. L., 2010.** Effect of household cooking methods and some food additives on polyaromatic hydrocarbons (PAHs) formation in chicken meat. *World Application Science Journal*, 9, 963–974.
- Baena R. R., Salinas H. P., 2014.** Diet and cancer: Risk factors and epidemiological evidence. *Maturitas*, 77, 202–208.
- Belobrajdic D. P., Frystyk J., Jeyaratnaganthan N., Espelund U., Flyvbjerg A., Clifton P. M., 2010.** Moderate energy restriction-induced weight loss affects circulating IGF levels independent of dietary composition. *European Journal of Endocrinology*, 162, 1075–1082.
- Benassi-Evans B., Clifton P. M., Noakes M., Keogh J. B., Fenech M., 2009.** High protein-high red meat versus high carbohydrate weight loss diets do not differ in effect on genome stability and cell death in lymphocytes of overweight men. *Mutagenesis*, 24, 271–277.
- Berjia F. L., Poulsen M., Nauta M., 2014.** Burden of diseases estimates associated to different red meat cooking practices. *Food and Chemical Toxicology*, 66, 237–244.
- Biesalski H. K., 2005.** Meat as a component of a healthy diet—are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet?. *Meat Science*, 70, 3, 509–524.
- Bosetti C., La Vecchia C., Talamini R., Negri E., Levi F., Dal Maso L., Franceschi S., 2002.** Food groups and laryngeal cancer risk: A case-control study from Italy and Switzerland. *International Journal of Cancer*, 100, 3, 355–360.
- Buttriss J., 2005.** Taking the science forward: public health implications. In: *Healthy Ageing. The Role of Nutrition and Lifestyle*, (S Stanner, R Thompson, J Buttriss eds), WileyBlackwell:London, 246–94.
- Campbell M. K., 1995.** Biochemistry (2nd ed.). Mount Holyoke College. Saunders College Publishing. Harcourt Brace College Publishers.
- Campbell W. W., Tang M., 2010.** Protein intake, weight loss, and bone mineral density in postmenopausal women. *Journal of Gerontology*, 65, 1115–1122.
- Chan D. S., Lau R., Aune D., Vieira R., Greenwood D. C., Kampman E., Norat T., 2011.** Red and processed meat and colorectal cancer incidence: meta-analysis of prospective studies. *PloS one*, 6, 6, 20456.
- Chizzolini R., Zanardi E., Dorigoni V., Ghidini S., 1999.** Caloric Value and Cholesterol Content of Normal and Low Fat Meat and Meat Products' in *Trends in Food Science and Technology* 10, 119–128.
- Cho E., Chen W. Y., Hunter D. J., Stampfer M. J., Colditz G. A., Hankinson S. E., Willett W. C., 2006.** Red meat intake and risk of breast cancer among premenopausal women. *Archives of internal medicine*, 166, 20, 2253–2259.
- Corpet D. E., 2011.** Red meat and colon cancer: should we become vegetarians, or can we make meat safer?. *Meat science*, 89, 3, 310–316.
- Cosgrove M., Flynn A., Kiely M., 2005.** Consumption of red meat, white meat and processed meat in Irish adults in relation to dietary quality. *British Journal of Nutrition*, 93, 6, 933–942.
- Christophersen O. A., Haug A., 2011.** Animal products, diseases and drugs: a plea for better integration between agricultural sciences, human nutrition and human pharmacology. *Lipids in Health and Disease*, 10, 1, 16.
- Dosil-Díaz O., Ruano-Ravina A., Gestal-Otero J. J., Barros-Díos J. M., 2007.** Meat and fish consumption and risk of lung cancer: a case-control study in Galicia, Spain. *Cancer letters*, 252, 1, 115–122.
- Enser M., Hallett K., Hewitt B., Fursey G. A. J., Wood J. D., 1996.** Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Science*, 42, 4, 443–456.
- Etcheverry P., Hawthorne K., Liang L., Abrams S., Griffin I., 2006.** Effect of beef and soy proteins on the absorption of non-heme iron and inorganic zinc in children. *Journal of the American College of Nutrition*, 25, 1, 34–40.
- Ferguson L. R., 2010.** Meat and cancer. *Meat Science*, 84, 2, 308–313.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2009.** Agribusiness handbook. Rome, Italy: Red Meat.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2011.** World Livestock 2011: Livestock in food security. FAO: Rome.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013.** FAO Statistical Yearbook 2013, World Food and Agriculture, ISBN 978-92-5-107396-4.
- Forrest J. C., Aberle E. D., Hedrick H. B., Judge M. D., Merkel R. A., 1975.** Principles of Meat Science. San Francisco, CA: W.H. Freeman.
- Gabrielsen A., Qiu H., Bäck M., Hamberg M., Hemdahl, A. -L., Agardh H., et al., 2010.** Thromboxane synthase expression and thromboxane A2 production in the atherosclerotic lesion. *Journal of Molecular Medicine (Berlin, Germany)*, 88, 8 ,795–806.
- Haffner S. M., 2006.** The metabolic syndrome: inflammation, diabetes mellitus, and cardiovascular disease. *The American Journal of Cardiology*, 97, 2, 3–11.

- Halkjær J., Tjønneland A., Overvad K., Sørensen T. I. A., 2009.** Dietary predictors of 5-year changes in waist circumference. *Journal of the American Dietetic Association*, 109, 1356–1366.
- Higgs J. D. 2000.** The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends in Food Science & Technology*, 11, 3, 85–95.
- IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature. 1978.** The nomenclature of Lipids. *Journal of Lipid Research*, 19, 1, 114–129.
- Ivanović S., Teodorović V., Baltić Ž. M., 2012.** Kvalitet mesa biološke i hemijske opasnosti. Naučni institut za veterinarstvo Srbije, Naučna KMD.
- Jägerstad M., Skog K., 2005.** Genotoxicity of heat-processed foods. *Mutation Research* 574, 156–172.
- Kennedy A., Martinez K., Chuang C., Lapoint K., McIntosh M., 2009.** Saturated fatty acid-mediated inflammation and insulin resistance in adipose tissue. *Mechanisms of Action and Implications*, 1, 1–4.
- Krauss R. M., Eckel R. H., Howard B., Appel L. J., Daniels S. R., Deckelbaum R. J., 2000.** AHA dietary guidelines: Revision 2000: A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association. *Circulation*, 102, 18, 2284–2299.
- Laaksonen D. E., Nyysönen K., Niskanen L., Rissanen Salonen J. T., 2005.** Prediction of cardiovascular mortality in middle-aged men by dietary and serum linoleic and polyunsaturated fatty acids. *Archives of Internal Medicine*, 165, 193–199.
- Larsson S. C., Wolk A., 2006.** Meat consumption and risk of colorectal cancer: a meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Cancer*, 119, 11, 2657–2664.
- Le Marchand L., Hankin J. H., Pierce L. M., Sinha R., Nerurkar P. V., Franke, A. A., Chang W., 2002.** Well-done red meat, metabolic phenotypes and colorectal cancer in Hawaii. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 506, 205–214.
- Leslie W. S., Lean M. E. J., Baillie H. M., Hankey C. R., 2002.** Weight management: A comparison of existing dietary approaches in a work-site setting. *International Journal of Obesity*, 26, 1469–1475.
- Mataragas M., Skandamis P. N., Drosinos E. H., 2008.** Risk profiles of pork and poultry meat and risk ratings of various pathogen/product combinations. *International Journal of Food Microbiology*, 126, 1, 1–12.
- McAfee A. J., McSorley E. M., Cuskelly G. J., Moss B. W., Wallace J. M., Bonham M. P., Fearon A. M., 2010.** Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science*, 84, 1, 1–13.
- McNeill S., Van Elswyk M. E., 2012.** Red meat in global nutrition. *Meat science*, 92, 3, 166–173.
- Meinert L., Kehlet U., Aaslyng M. D., 2012.** Consuming pork proteins at breakfast reduces the feeling of hunger before lunch. *Appetite*, 59, 2, 201–203.
- Micha R., Wallace S. K., Mozaffarian D., 2010.** Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Circulation*, 121, 2271–2283.
- Navarro A., Muñoz S. E., Lantieri M. J., del Pilar Diaz M., Cristaldo P. E., de Fabro S. P., Eynard A. R., 2004.** Meat cooking habits and risk of colorectal cancer in Cor-doba, Argentina. *Nutrition*, 20, 10, 873–877.
- Norat T., Lukanova A., Ferrari P., 2002.** Meat consumption and colorectal cancer risk: a dose-response meta-analysis of epidemiological studies. *International Journal of Cancer*, 98, 241–256.
- Oba S., Shimizu N., Nagata C., Shimizu H., Kametani M., Takeyama N., Ohnuma T., Matsushita S., 2006.** The relationship between the consumption of meat, fat, and coffee and the risk of colon cancer: a prospective study in Japan. *Cancer letters*, 244, 2, 260–267.
- Öhlund I., Hörnell A., Lind T., Hernell O., 2007.** Dietary fat in infancy should be more focussed on quality than on quantity. *European Journal of Clinical Nutrition*. doi:10.1038/sj.ejcn.1602824.
- Pereira P. M. D. C. C., Vicente, A. F. D. R. B., 2013.** Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*, 93, 3, 586–592.
- Rubio J. A., Rubio M. A., Cabrerizo L., Burdaspa P., Carretero R., Gomez-Gerique J. A., 2006.** Effects of pork vs. veal consumption on serum lipids in healthy subjects. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 75–83.
- Seppänen-Laakso T., Laakso I., Hiltunen R., 2002.** Analysis of fatty acids by gas chromatography, and its relevance to research on health and nutrition. *Analytica Chimica Acta*, 465, 1–2, 39–62.
- Siri-Tarino P. W., Sun Q., Hu F. B., Krauss R. M., 2010.** Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91, 535–546.
- Sirtori C. R., Galli, C., 2002.** Dossier: Polyunsaturated fatty acids in biology and diseases N-3 fatty acids and diabetes. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 56, 397–406.
- Smith W. L., 2007.** Nutritionally essential fatty acids and biologically indispensable cyclooxygenases. *Trends in Biochemical Sciences*, 33, 1, 27–37.
- Ulbricht, T.L.V., Southgate, D.A.T., 1991.** 'Coronary Heart Disease: Seven Dietary Factors' in *Lancet* 338, 985–992
- UNICEF, 2007.** Progress for children: A world fit for children statistical review. Available at: http://www.unicef.org/progressforchildren/2007n6/index_41505.htm Accessed January 16, 2012.
- Verbeke, W., Viaene, J., 1999.** Beliefs, attitude and behaviour towards fresh meat consumption in Belgium: Empirical evidence from a consumer survey. *Food Quality and Preference*, 10, 437–445.
- Verbeke, W., Viaene, J., Guiot, O., 1999.** Health communication and consumer behaviour on meat in Belgium: From BSE until dioxin. *Journal of Health Communication*, 4, 345–357.
- Verbeke W., Pérez-Cueto F. J., Grunert K. G., 2011.** To eat or not to eat pork, how frequently and how varied? Insights from the quantitative Q-PorkChains consumer survey in four European countries. *Meat Science*, 88, 4, 619–626.
- Webb E. C., 2006.** Manipulating beef quality through feeding. *South African Animal Science*, 7, 5–15.
- Webb, E. C., O'Neill, H. A., 2008.** The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science*, 80, 1, 28–36.
- WHO/FAO, 2004.** Risk assessment of Listeria monocytogenes in ready-to-eat foods. Technical report of microbiological risk assessment series 5, WHO, Geneva. Global database of anaemia. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

- Willerson J.T., Ridker P.M., 2004.** Inflammation as a cardiovascular risk factor. *Circulation*, 109 (21 Suppl. 1), II2–II10.
- Williamson, C. S., Foster, R. K., Stanner, S. A., Buttriss, J. L., 2005.** Red meat in the diet. British Nutrition Foundation, *Nutrition Bulletin*, 30, 323–355.
- Wood J. D., Enser M., Fisher A. V., Nute G. R., Richardson R. I., Sheard P. R., 1999.** Manipulating meat quality and composition. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58, 363–370.
- Wood J. D., Richardson R. I., Nute G. R., Fisher A. V., Campo M. M., Kasapidou E., 2008.** Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343–358.
- Wood J. D., Enser M., Fisher A. V., Nute G. R., Sheard P. R., Richardson, R. I., Whittington, F. M., 2008.** Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 4, 343–358.
- World Health Organization (WHO), 2004.** Global strategy on diet, physical activity and health. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization (WHO), 2008.** Worldwide prevalence of anaemia 1993–2005: WHO.
- Wyness L., Weichselbaum E., O'Connor A., Williams E. B., Benelam B., Riley H., Stanner S., 2011.** Red meat in the diet: an update. *Nutrition Bulletin*, 36, 1, 34–77.
http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_sources.html
<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/pigs/home.html>

The impact of pork meat and lard on human health

Bošković Marija, Baltić Ž. Milan, Ivanović Jelena, Đurić Jelena, Dokmanović Marija, Marković Radmila, Šarčević Danijela, Baltić Tatjana

S u m m a r y: Meat has a significant role in human evolution and is essential for proper growth and development, primarily because it represents a valuable source of proteins, as well as vitamins B, folic acid and vitamins A and D. Red meat also contains large amounts of iron, zinc, and other mineral substances and their bioavailability is much higher from meat than from plant sources. In recent years, red meat, especially pork meat and lard are associated with a negative health image, and their consumption is associated with a number of diseases including cardiovascular disease, cancer and diabetes. Fat is most often mentioned as cause of these conditions, which is why the meat industry tends to reduce levels of fat in meat and meat products. However, fat is an important source of fatty acids, and according to recommendations, in order to improve human health, it is more important to balance the ratio between saturated and unsaturated fatty acids, rather than exclude fat from the diet. Despite the negative image that has been created in the public, pork still represents the type of meat with the highest production and consumption globally.

Key words: red meat, fat, nutritional composition, cardiovascular disease, cancer.

Rad primljen: 27.05.2014.

Rad ispravljen: 20.09.2014.

Rad prihvaćen: 21.09.2014.

Prirodna antimikrobna jedinjenja i biološka zaštita hrane

Vesković-Moračanin Slavica¹, Đukić Dragutin², Kurćubić Vladimir², Mašković Pavle², Ač Mira³

Sadržaj: Veliki broj prehrambenih proizvoda, usled visokog sadržaja nutritivnih materija, predstavlja idealnu sredinu za rast mikroorganizama. Kvar i tip kvara hrane zavisi od mnogih faktora, kao što su vrsta i intenzitet metaboličke aktivnosti prisutnih mikroorganizama, njihovo fiziološko stanje i sposobnost da prežive različite postupke prerade i uslove skladištenja. Kao posledica kvara hrane dolazi do velikih ekonomskih gubitaka, ali i do nastanka povećanog zdravstvenog rizika potrošača. Primenom savremenih zaštitnih tehnologija u postupcima prerade hrane, kao i implementacijom odgovarajućih mikrobioloških standarda, može se značajno umanjiti, mada ne i sasvim eliminisati, nastanak kvara hrane i verovatnoća pojave bolesti koje se prenose hranom.

Upotreba određenih mikroorganizama, njihovih metaboličkih produkata, kao i biljnih ekstrakata predstavlja osnovu razvoja novih tehnologija biološkog konzervisanja i zaštite, čija primena može doprineti, s jedne strane, standardizaciji procesa izrade prehrambenih proizvoda sa ujednačenim i/ili unapređenim parametrima kvaliteta, a sa druge strane, nastanku bezbednih proizvoda sa produženim rokom upotrebe. Potraga za prirodnom alternativom zaštite hrane, u odnosu na upotrebu hemijskih supstanci, predstavlja jednu od najvažnijih aktivnosti prehrambene industrije i uslovljena je zahtevom savremenih potrošača za konzumiranjem minimalno prerađene hrane.

Ključne reči: kvar hrane, bioprotektori hrane, bezbednost hrane.

Kvar hrane – ekonomski i zdravstveni aspekti

Obezbediti dovoljnu količinu bezbedne hrane sa definisanim poželjnim parametrima kvaliteta je imperativ svakog proizvođača, ali i neprikladno zahtev savremenog potrošača. S obzirom da danas trgovina i transport hrane imaju internacionalni karakter, to je pitanje bezbednosti hrane postalo zajednički problem i predmet pažnje kako razvijenijih, tako i zemalja u razvoju. Vlade mnogih zemalja su uspostavile nove institucije, standarde i metode za regulisanje bezbednosti hrane i povećale investicije u sisteme za kontrolu potencijalnih opasnosti.

Načela „od polja do trpeze“ u Italiji, „od farme do viljuške“ u Engleskoj ili „od proizvođača do potrošača“ u Nemačkoj, sinonimi su na kojima se temelji novi integrisani sistem bezbednosti hrane u Evropskoj uniji (Vesković i Đukić, 2015). Načelo upućuje na to da bezbednost hrane započinje, najpre, na nivou primarne proizvodnje, počev od

proizvodnje na poljoprivrednom zemljištu i u staji, a završava se konzumiranjem hrane od strane krajnjeg potrošača. Ovim sistemom određena je odgovornost svih učesnika u čitavom integriranom lancu proizvodnje, prerade i distribucije hrane (Vesković-Moračanin i dr., 2014b).

Nebezbedna hrana sadrži opasne agense ili zagadivače, koji mogu dovesti do pojave bolesti kod ljudi, ili do stvaranja povećanog rizika od nastanka hroničnih bolesti. Takvi zagadivači mogu doći u hranu na mnogo različitim načina tokom procesa njene proizvodnje, a mogu se u njoj naći i usled loših ili neadekvatnih proizvodnih i higijenskih uslova. Najčešća opasnost za nastanak nebezbedne hrane predstavlja prisustvo različitih patogenih mikroorganizama, parazita, mikotoksina, ostataka veterinarnih lekova i pesticida (Vesković i dr., 2011).

Danas sve zemlje imaju slične probleme u pogledu bezbednosti hrane, pri čemu relativni značaj različitih rizika varira u zavisnosti od sanitarnog stanja zemljišta (Đukić i dr., 2011), klimatskih

Napomena: Istraživanja u ovom radu deo su projekta III 46009 koga finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

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

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Republika Srbija;

³Eurobanat gas, Železnička 39, 21000 Novi Sad, Republika Srbija.

Autor za kontakt: Vesković-Moračanin Slavica, slavica@inmesbgd.com

uslova (Dukić i dr., 2008), načina ishrane ljudi, nivoa njihovog socijalnog statusa, odnosno, od visine državnog javnog prihoda i uspostavljenе infrastrukture.

Najčešći rizici po bezbednost hrane, a time, direktno, i zdravstveni rizici ljudi su veći u zemljama u razvoju, usled postojanja loših higijenskih uslova i neadekvatne vode za piće, nego u razvijenim zemljama. Takođe, uslovi skladištenja i temperatura čuvanja hrane, ali i napitaka, utiču na njihov kvalitet i rok trajanja (Dukić i dr., 2014).

Kvar hrane se može definisati kao proces ili skup promena koje čine proizvod nepoželjnim ili neprihvatljivim za ljudsku upotrebu; nastaje kao rezultat biohemiske aktivnosti prisutnih mikroorganizama i/ili hemijskih procesa, čija dominantnost zavisi od preovlađujućih ekoloških determinanti. Da bi se osigurala neophodna bezbednost i adekvatan kvalitet, efikasna kontrola lanca hrane (proizvodnja, transport, distribucija i skladištenje u maloprodajnim objektima i kućnim frižiderima) je od suštinskog značaja. Drugim rečima, lanac proizvodnje hrane mora pružati adekvatne dokaze o sledljivosti svih ulaznih sirovina i proizvodnih procesa do krajnjeg korisnika (Vesković-Moračanin i dr., 2014b).

Savremene tehnologije, implementirane u postupke prerade hrane i mikrobiološki standardi bezbednosti hrane dovode do umanjene, ali ne i sasvim eliminisane, verovatnoće nastanka bolesti, koje su povezane sa hranom, i pojavu kvara proizvoda u industrijalizovanim zemljama. Povećanje potrošnje sveže, termički netretirane ili minimalno obrađene hrane, kao i uvoz sirovih namirnica iz zemalja u razvoju, predstavljaju glavne razloge nastanka ovakvih situacija.

Svetska zdravstvena organizacija (WHO, 2007) procenjuje da 70% od oko 1,5 milijardi registrovanih dijareja je uzorkovano biološki kontaminiranom hranom. Podaci ukazuju da je u Evropi morbiditet usled trovanja hranom na drugom mestu, odmah posle respiratornih bolesti, sa procenom da se godišnje registruje 50.000–300.000 slučajeva akutnog gastroenteritisa na milion stanovnika (Luchansky, 1999). Ovaj trend je predstavljen i u sedmom izveštaju Kancelarije za hranu i veterinu (FVO – Food and Veterinary Office) za Evropu, tokom petogodišnjeg perioda (1993–1998), u kome se konstatuje da je u 5.517 slučajeva trovanja hranom u Španiji, registrovano 69.553 obolela, pri čemu je 6.820 hospitalizованo (Schmidt i Tirado, 2001). U izveštajima Evropske agencije za bezbednost hrane (EFSA – European Food Safety Authority) za 2009. godinu se tvrdi da su u Evropskoj uniji infekcije hranom najčešće izazvane sa *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* i virusima

(EFSA, 2011a). Oni su izvestili da od ovih patogena svake godine oboli preko 380.000 građana EU (EFSA, 2011), ali je stvarni broj, verovatno, mnogo veći (EFSA, 2012).

Od akutnog gastroenteritisa u SAD godišnje oboli 250 do 350 miliona ljudi, pri čemu umre više od 500 ljudi. Smatra se da oko 22–30% ovih slučajeva ima direktnе veze sa konzumiranjem hrane (najčešće je u pitanju meso, živinsko meso, jaja, plodovi mora i mlečni proizvodi), koja je kontaminiрана patogenima (Mead i dr., 1999).

Očuvati bezbednost hrane nije nov izazov. To je bilo u fokusu WHO/FAO decenijama i to je tako i danas (FAO, 2011). Bezbednost hrane je takođe jedan od izazova definisanih u programu Horizon 2020.

Uprkos primeni savremenih tehnologija, dobre proizvodačke prakse, kontrole kvaliteta i pratećih sistema bezbednosti hrane, kao što su koncepti procene rizika i HACCP, registrovani broj bolesti koje se prenose hranom i alimentarna trovanja su se povećala tokom proteklete decenije.

Tradicionalnim postupcima zaštite hrane nastoji se da se osigura njena bezbednost primenom efikasnijih hemijskih konzervanasa ili, pak, primenom drastičnijih fizičkih tretmana tokom procesa proizvodnje, na primer, visokih temperaturi. Međutim, uočeno je da ova vrsta rešenja ima dosta nedostataka: dokazana je toksičnost mnogih, najčešće, primenjivanih hemijskih konzervanasa (nitriti), uočena je promena senzornih i nutritivnih svojstava hrane usled primene povišenih temperatura; istovremeno, zahtevi potrošača usmerili su se ka novim trendovima u potrošnji hrane – apsolutno bezbedne, ali minimalno prerađene, bez dodatih aditiva.

S druge strane, savremeni način proizvodnje i prerade hrane zasniva se na primeni različitih vidova zaštitnih tehnologija koje imaju za cilj da osiguraju i očuvaju zdravstvenu bezbednost proizvoda kao i prihvatljiv, i pri tome, nepromenjen kvalitet od momenta proizvodnje do momenta konzumiranja (Vesković-Moračanin i dr., 2011a; Vesković-Moračanin, 2012; Vesković-Moračanin i dr., 2014a). Ovaj koncept je predmet mnogih rasprava, ne samo u zemljama u razvoju (gde su razvoj i primena ovih tehnologija neophodni), već i u industrijalizovanim delovima sveta.

Najveći izazovi za današnju industriju hrane predstavljaju nastojanja da se: a) smanje ekonomski gubici do kojih dolazi usled kvara hrane, b) snizi cena procesa proizvodnje hrane, c) smanje mogućnosti prenošenja patogenih mikroorganizama, i d) da se zadovolje rastuće potrebe potrošača za hranom spremnom za neposrednu upotrebu koja je svežeg

ukusa, visoke hranljive i vitamske vrednosti i koja je, uz to, minimalno prerađena i tretirana konzervanasa.

Globalizacija tržišta hrane, uvođenje „nove hrane“ (*novel foods*) i novih proizvodnih procesa, kao i rastuća potražnja za minimalno obrađenom, „sveže sečenom“ (*fresh-cut*) i „hranom spremnom za jelo“ (*ready-to-eat foods*), zahteva duže i složenije lance hrane, čime se povećava rizik od mikrobiološke kontaminacije.

Od svih alternativnih tehnologija očuvanja hrane, posebna pažnja je posvećena postupcima biokonzervisanja koji utiču da se produži rok trajanja hrane, da se poboljša njen higijenski status, eliminiše mogućnost smanjenja nutritivnih i organoleptičkih svojstava prehrambenih proizvoda. Biološkim metodama konzervisanja hrane nastoji se da se racionalno iskoriste antimikrobni potencijali prirodno prisutnih mikroorganizama u hrani i/ili njihovih metabolita, što ima dugu tradiciju primene. Postupak biokonzervisanja hrane može se definisati kao produženje roka upotrebe i bezbednosti hrane primenom prirodno prisutnih ili kontrolisano dodatih mikroorganizama i/ili njihovih antimikrobnih jedinjenja (*Stiles, 1996; Gálvez i dr., 2007; Olaoye i Ntuen, 2011*).

Prirodna antimikrobna jedinjenja u funkciji očuvanja bezbednosti hrane

Uprkos postojanju široke lepeze raspoloživih tehnika očuvanja bezbednosti hrane (na primer, zamrzavanje, sterilizacija, sušenje, upotreba konzervanasa i sl.), problemi kvarenja hrane i trovanja, prouzrokovanih mikroorganizmima, još uvek se ne nalaze pod adekvatnom kontrolom. S druge strane, proizvođači hrane imaju sve veću potrebu za primenom blažih režima za očuvanje bezbednosti i kvaliteta hrane, a koja su u skladu sa zahtevima potrošača da hrana zadrži svoj prirodni izgled i izvorna hranljiva svojstva, što se primenom jačih režima obrade, uglavnom, gubi. Pored toga, potrošači sve više odbijaju kupovinu i konzumiranje hrane koja je pripremljena sa konzervansima hemijskog porekla, što je i dalje svakodnevna proizvodna praksa, kojom se postiže dovoljno dug rok upotrebe tretiranih proizvoda, kao i visok stepen sigurnosti u odnosu na patogene mikroorganizme koji se prenose hranom (*Vesović-Moračanin i dr., 2011b; Vesović Moračanin, 2012; Vesović-Moračanin i dr., 2014a*).

U mnogim zemljama širom sveta rapidno raste interes za primenom prirodnih antimikrobnih jedinjenja koja imaju konzervišući efekat u procesima očuvanja bezbednosti hrane. Tradicionalne tehnike

često imaju neželjeno dejstvo na konačna senzorska svojstva prehrambenih proizvoda, dok je prima na veštačkih konzervanasa postala izuzetno nepopularna. Kao posledica toga, poslednjih godina se na tržištu, veoma često, pojavljuje razna sveža ili minimalno obrađena hrana, prvenstveno povrće, koja je pretrpela blaže konzervišuće tretmane, poput kombinacije primene nižih temperatura čuvanja (temperatura frižidera) i pakovanja u modifikovanoj atmosferi gasova. Blagi tretmani konzervisanja hrane mogu, u izvesnoj meri, da kontrolišu (inhibiraju) procese nastanka mikrobiološkog kvara proizvoda, prvenstveno zato što su deo koncepta „teorija prepreka“ (*Leistner, 2000*). S druge strane, očigledno je da potencijalne opasnosti u vezi sa bezbednošću hrane rastu sa primenom blagih zaštitnih tretmana zbog mogućnosti preživljavanja i rasta pojedinih patogenih mikroorganizama, koji su česti uzročnici trovanja izazvanih hranom. Od posebnog značaja su psihotrofni patogeni mikroorganizmi, kao što su *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* i *Aeromonas hidrophila*, čiji broj može porasti do veoma rizičnog nivoa, tokom perioda skladištenja namirnica na nižim temperaturama čuvanja, tj. na temperaturi frižidera. Mezofilni patogeni mikroorganizmi, poput *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, enterohemoragični sojevi *E. coli* i *Bacillus cereus*, predstavljaju izuzetnu opasnost po zdravlje ljudi, koja naročito dolazi do izražaja kada se preporučene temperature čuvanja hrane ne poštuju, tj. kada je hladni lanac čuvanja hrane, u nekom svom delu, narušen. Zbog svega toga postoji hitna potreba za uvodenjem dodatnih zaštitnih faktora u procese konzervisanja hrane.

Hemijske supstance, kao što su sorbati, benzoati i sl., predstavljaju pouzdane faktore u procesima konzervisanja hrane, jer imaju jak antimikrobni efekat i kao takve kontrolišu veliki broj mikrobioloških hazarda. Međutim, ova jedinjenja ne zadowoljavaju koncept prirodne i zdrave hrane na kome insistiraju potrošači, koji, samim tim, mora da poštuje i prehrambena industrija. Negativan stav u odnosu na primenu hemijskih konzervanasa u našem društvu stalno raste, uprkos činjenici da su takva jedinjenja i dalje neophodna tokom procesa prerade hrane. Kao rezultat toga, zamena hemijskih konzervanasa prirodnim antimikrobnim jedinjenjima je relevantna alternativa u slučajevima kada je to neophodno (tj. kada hemijske alternative nisu prihvatljive) i moguće (tj. kada su prirodne zamene dokazano bezbedne za upotrebu i pri tome efikasne u praksi). Ove prirodne alternative konzervisanja hrane predstavljaju logičan pristup postupcima zaštite hrane, jer se u biogeosferi nalazi vrlo veliki izvor antimikrobnih jedinjenja, od kojih mnoga imaju

važnu ulogu u odbrambenim ili konkurentnim sistemima živih organizama (u rasponu od mikroorganizama do insekata, životinja i biljaka) (Vesković i Đukić, 2015).

Začini, aromatično bilje, kao i mnoge druge biljke i/ili njihovi ekstrakti predstavljaju dobro poznate inhibitore rasta bakterija, kvasaca i plesni i tradicionalno nalaze široku primenu u očuvanju hrane, kao i za medicinske svrhe. Često se nazivaju „zelenе hemikalije“ i predstavljaju glavne nosioce procesa biokonzervisanja (Vesković i Đukić, 2015).

Pored toga, u procesima fermentacije i biološke zaštite hrane, upotreba bakterija mlečne kiseline (BMK) ima dugu tradiciju i nezamenljivo mesto. Potencijalna produkcija bakteriocina iz bakteriocin-produkujućih sojeva BMK predstavlja naročito značajnu biokonzervišuću komponentu. (Cleveland i dr., 2001; De Vuyst i Leroy, 2007).

Najvažniji biološki aktivni metaboliti biljaka

Biljni metaboliti kojima se pripisuje terapijsko i profilaktično delovanje predstavljaju manje ili više hemijski složena organska jedinjenja, koja u vidu biološkog kompleksa ispoljavaju dati efekat (Sarić, 1989; Milošević-Ifantis, 2013; Vesković i Đukić, 2015).

Do sada je identifikovano i izolovano više hiljada različitih sekundarnih metabolita biljaka, koji ispoljavaju raznovrsnu biološku aktivnost: antioksidativnu, antiinflamatornu, antimutagenu,

antikancerogenu i antimikrobnu aktivnost (Luo i dr., 2004). Osnovne grupe sekundarnih metabolita i procenat njihove zastupljenosti dati su na figuri 1.

Tradicionalna upotreba, prvenstveno lekovitog bilja, kako u prevenciji i terapiji različitih oboljenja, tako i svojstva začina, doprinela je poslednjih decenija sve većoj popularizaciji koncepta „funkcionalne“ hrane koja, pored nutritivnih, poseduje i lekovita svojstva.

Generalno, smatra se da postoji pet osnovnih mehanizma dejstva prirodnog proizvoda na ćeliju mikroorganizma: a) dezintegracija citoplazmatične membrane, b) destabilizacija prolaska protona kroz ćelijsku membranu, c) protok elektrona, d) aktivni transport i e) koagulacija ćelijskog sadržaja (Milošević-Ifantis, 2013).

Najvažniji mehanizmi delovanja sekundarnih biljnih metabolita prikazani su u tabeli 1.

U industriji hrane sve više se raspravlja o potencijalnoj primeni biljnih ekstrakata. Naročito značajnim smatraju se pozitivni rezultati dobijeni tokom procesa dekontaminacije mesa i u postupcima konzervisanja hrane (Kurćubić i dr., 2012, Kurćubić i dr., 2012a; Kurćubić i dr., 2013). Da bi se procenila potencijalna primena etarskog ulja endemske biljke *Kitaibelia vitifolia* u farmaceutskoj i prehrabenoj industriji vršena su ispitivanja njene antimikrobne i antioksidativne aktivnosti (Mašković i dr., 2012). Upotrebom odgovarajuće analitičke tehnike (GC/FID i GC/MS) određene su najvažnije komponente esencijalnog ulja ove biljke (grafikon 1): sklareol-oksid (cis A/B) – 17,9%,

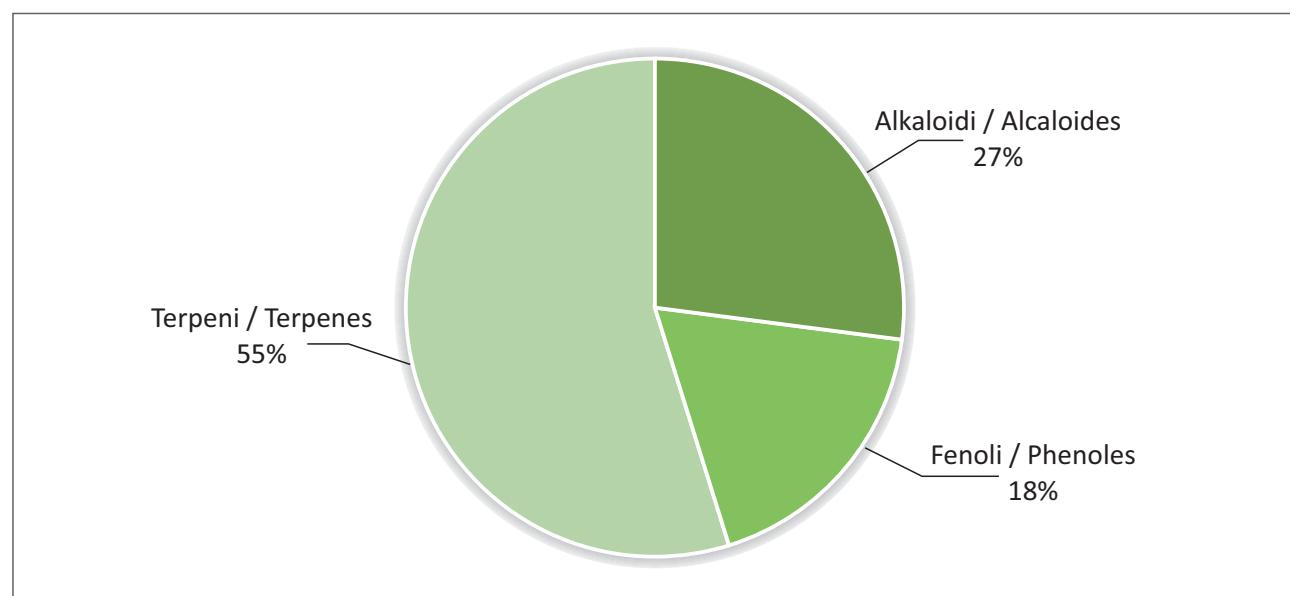
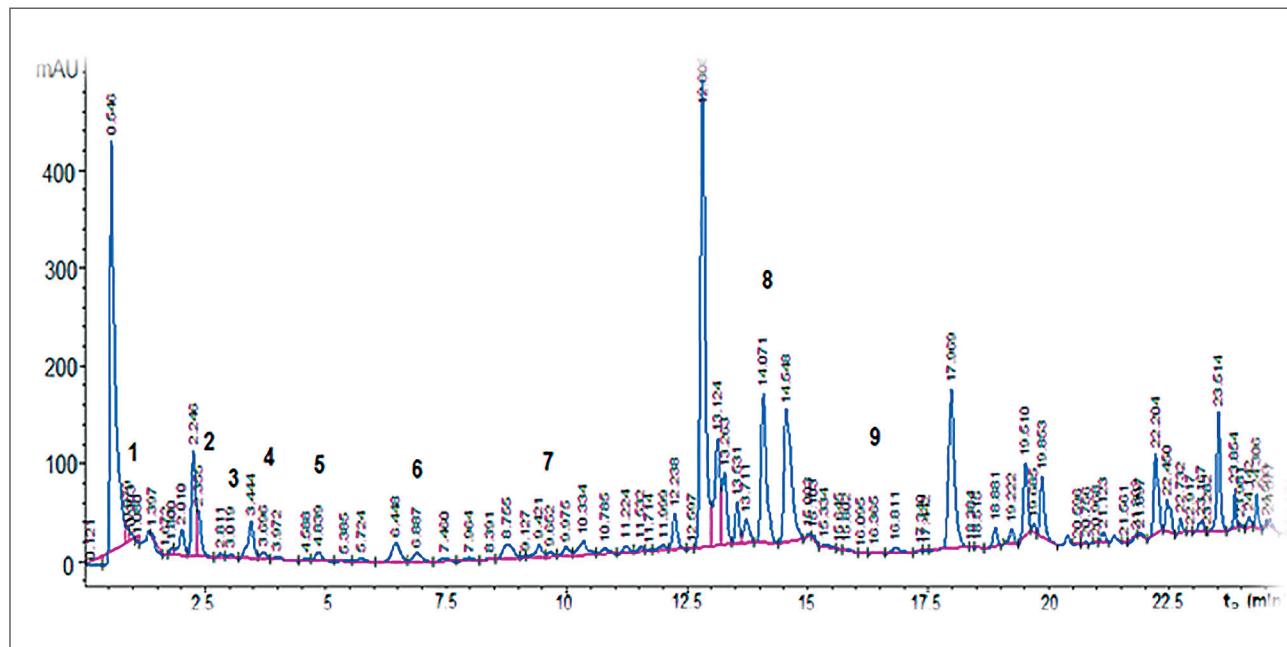


Figura 1. Osnovne grupe sekundarnih metabolita biljaka i njihova zastupljenost (%) (Vesković i Đukić, 2015)

Figure 1. The main groups of secondary metabolites of plants and their representation (%)
(Vesković and Đukić, 2015)

Tabela 1. Neke grupe prirodnih jedinjenja sa mehanizmima njihovog delovanja (Vesković i Dukić, 2015)**Table 1.** Some groups of natural compounds with mechanisms of their action (Vesković and Dukić, 2015)

Grupa/ Group	Podgrupa/ Subgroup	Jedinjenje/ Compound	Mehanizam/ Mechanism
Fenoli/ Phenols	<i>Obični fenoli/Regular phenols</i>	<i>Katehol/Catehol</i> <i>Epikatehin/Epicatechin</i>	Smanjenje supstrata/Substrate reduction.
	<i>Fenolne kiseline/ Phenolic acids</i>	<i>Cinaminska kis./ Cinnamic acid</i>	Narušavanje membrane/Violation of the membrane.
	<i>Hinoni/Quinones</i>	<i>Hipericin/Hypericin</i>	Nije utvrđena/Not determined.
	<i>Flavonoidi/ Flavonoides</i>	<i>Hrisin</i> —	Kompleks sa ćelijskom membranom/Complex with cell membrane; Inaktivacija enzima/Enzyme inactivation.
	<i>Flavoni/Flavones</i>	<i>Abisinon</i>	Adhezional vezivanje/Adhesive bonding; Ćelijsko-membranski kompleks/Cell-membrane complex.
	<i>Flavonoli/Flavonols</i>	<i>Totarol</i>	Inaktivacija enzima/Enzyme inactivation; Reverzna inhibicija
	<i>Tanini/Tannins</i>	<i>Elagitanin</i>	HIV transkriptaze/Hiv transcriptase reverse inhibition. Nije utvrđena/Not determined.
	<i>Kumarini/Coumarins</i>	<i>Varfarin</i>	Vezivanje za proteine/Bonding to proteins; Vezivanje za adhezin/Bonding to adhesine; Inhibicija enzima/Enzyme inhibition; Smanjenje supstrata/Substrate reduction; Kompleks sa ćelijskom membranom/Complex with cell membrane; Narušavanje ćelijske membrane/Violation of the cell membrane; Stvaranje „metal-jon“ kompleksa/Creation of „metal-ion“ complex.
			Interakcija sa eukariotskom DNA, (antivirusna aktivnost)/Interaction with eukaryotic DNA, (antiviral activity)
Terpenoidi i esencijalna ulja/ Terpenoids and essential oils	<i>Kapsaicin</i>		Narušavanje ćelijske membrane/Violation of the cell membrane.
Alkaloidi/ Alkaloids	<i>Berberin</i> <i>Piperin</i>		Interakcija sa ćelijskim zidom i ili DNK/ Interaction with the cell wall and /or DNA.
	<i>Manozo-specifični aglutinin</i>		Blokiranje virusne fuzije ili adsorpcije/ Blocking viral fusion or adsorption.
Lektini i polipeptidi/ Lectins and polypeptides	<i>Falksatin</i>		Formiranje bisulfidnih veza/The formation of disulfide bonds.



Grafikon 1. Hromatogram etanolnog ekstrakta biljke *Kitaibelia vitifolia* (Mašković i dr., 2012)

Graph 1. The chromatogram of the ethanol extract *Kitaibelia vitifolia* (Mašković et al., 2012)

Legenda/Legend: Zabeleženi pikovi su ekvivalentni: 1 = galna kiselina, 2 = p-hidroksi-benzoeva kiselina, 3 = kofeinska kiselina, 4 = hlorogenika kiselina, 5 = siringinska kiselina, 6 = p-kumarna kiselina, 7 = ferulinska kiselina, 8 = rozmarinska kiselina i 9 = kvercetin/Observed peaks were equivalent to: 1 = gallic acid, 2 = p-hydroxy-benzoic acid, 3 = caffeic acid, 4 = chlorogenic acid; 5 = syringic acid, 6 = p-coumaric acid, 7 = ferulic acid, 8 = rosmarinic acid and 9 = quercetin

sklaral – 10,9%, lambda-7, 13, 14-trien – 10,6% i sklareol – 9,5%) i jaka antibakterijska aktivnost u odnosu na *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Proteus mirabilis* ATCC 14153, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, kao i na neke vrste gljiva: *Candida albicans* ATCC 10231 i *Aspergillus niger* ATCC 16404. Takođe, utvrđena je i jaka antioksidativna aktivnost esencijalnog ulja ove biljke.

Naročito značajnim se smatraju istraživanja koja su imala za cilj da utvrde mogućnost primene bioaktivnih fenolnih i flavonoidnih sastojaka poreklom iz etanolnog ekstrakta biljke *Kitaibelia vitifolia* u proizvodnji fermentisanih suvih kobasica, i to kao alternativa dodavanju nitrita (*Tehničko rešenje III*, 2012; Kurćubić i dr., 2014b). Istraživanja su dala doprinos unapređenju roka trajanja i bezbednosti kobasica, ali i određenoj dobrobiti zdravlju potrošača. Optimalna efektivna koncentracija dodatog ekstrakta od 12,5 g/kg mesnog testa ispoljavala je snažnu antioksidativnu i umerenu antimikrobnu aktivnost (u odnosu na *E. coli*), dok su same kobasice imale tipične fizičko-hemijske karakteristike (Okanović i dr., 2013; Kurćubić i dr.,

2014a), čak i tokom produženog roka njihovog čuvanja (Kurćubić i dr., 2014b).

Polifenoli poreklom iz etanolnog ekstrakta endemske biljke *Kitaibelia vitifolia* primenjivani su i tokom proizvodnje pirotorskog kačkavalja. Rezultati ispitivanja su pokazali da je sir sa dodatim ekstraktom imao više ocene pri senzornom ispitivanju u odnosu na uzorke kontrolne grupe. Statistički značajne razlike ($P < 0,05$) su zapažene u sadržaju vlage i suve materije, dok se ostali fizičko-hemijski parametri nisu značajno razlikovali (Kurćubić i dr., 2015). Dobijeni rezultati dali su preporuku za iznalaženje daljih mogućnosti primene biljnih ekstrakata u proizvodnji sira (Kurćubić i dr., 2014c).

Pored poznatih prirodnih antimikrobnih jedinjenja, izolovanih iz biljaka (organske kiseline, fenoli), danas se sve više ispituje mogućnost upotrebe eteričnih ulja iz začina, aromatičnih i drugih biljaka. Takva esencijalna ulja se sastoje od mešavina estara, aldehyda, ketona, terpena i poseduju široki spektar antimikrobne aktivnosti (Milošević-Ifantis, 2013).

Vekovima je poznat antimikrobeni efekat belog luka (Dukić i Mandić, 1998). Veoma često se u običnom životu smatra najjačim „prirodnim antibiotikom“. Najvažniji nosilac ove antimikrobnе

aktivnosti je alicin, nepostojana supstanca izdvojena iz belog luka 1944. godine. Njegov antimikrobni efekat je ustanovljen čak i u razblaženju 1 : 85.000 do 1 : 125.000 u odnosu na neke Gram-pozitivne i Gram-negativne bakterije (stafilokoke, streptokoke, bacile tifusa, dizenterije i kolere). Naročito značajnim se smatra dejstvo alicina na određene mikroorganizme otporne na antibiotike (virus SARS-a, AIDS-a, metilcilin rezistentni *Staphylococcus aureus* itd.).

Takođe, beli luk sprečava razvoj toksinogenih plesni i *Salmonella* spp. u pastrmi, koja je u islamskim zemljama veoma cenjeni proizvod od junećeg mesa u sirovom stanju, i koji je, u isto vreme, stabilan na temperaturi ambijenta. U jednom broju zemalja u razvoju (Tajland, Indija) uobičajene su jako začinjene namirnice što, verovatno, doprinosi sprečavanju razvoja mikroorganizama zagadivača hrane. Do danas je otkriveno, čak, na hiljade antimikrobnih supstanci u biljkama, naročito u začinskom bilju i začinima, koji su pokazali pozitivan efekat u odnosu na truležne i patogene mikroorganizme. Nesumnjivo da je korist od antimikrobnih jedinjenja začina i biljaka, u zemljama sa topлом klimom i sa začinjenom hranom, velika.

S druge strane, u prehrambenoj industriji zapadnih zemalja preovladava mišljenje da su antimikrobna svojstva začina i biljaka samo ograničene vrednosti, jer ih treba dodati u suviše velikoj količini da bi se dobili pozitivni rezultati. Razvojem svremenih postupaka ekstrakcije i mogućnosti koncentrovanja ovih jedinjenja, isti predstavljaju nove preduslove primene u proizvodnji bezbedne hrane. Međutim, samo supstance sa dokazanim GRAS-statusom („Generally regarded as safe“ – supstance generalno prihvaćene kao sigurne) mogu naći svoju primenu u prehrambenoj industriji.

Isti efekti se mogu postići i sa antimikrobnim supstancama životinjskog porekla, kao što su med, mleč, propolis, polen, lizozim, avidin, sistem laktoperoksidaze i slično, od kojih su se neke pokazale kao veoma korisne antimikrobne supstance kod izvesnog broja namirnica. Ispitujući uticaj meda, mleča, propolisa i polena na neke patogene mikroorganizme (*Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Proteus* spp., *Salmonella* spp., *Streptococcus haemolyticus* A, *Streptococcus haemolyticus* B, *Bacillus subtilis*, *Candida* spp.) utvrđeno je da su med i mleč, mleč i propolis, zajedno, inhibirali rast svih ispitivanih mikroorganizama, izuzev enterobakterija i kandide, dok je alkoholni ekstrakt propolisa ispoljio efekat na *Bacillus subtilis*, *Streptococcus haemolyticus* B i *Candida* spp., a zasićeni rastvor polena samo na *Bacillus subtilis* (Đukić i Mandić, 1998).

Antimikrobna aktivnost bakterija mlečne kiseline i njihovih bakteriocina

Jedan od najuobičajenijih vidova biološkog konzervisanja hrane je fermentacija, proces zasnovan na rastu i aktivnosti mikroorganizama u hrani, bilo prirodno prisutnih ili dodatih. Ovi organizmi se uglavnom sastoje od bakterija mlečne kiseline (BMK), koje proizvode organske kiseline i druga jedinjenja koja, pored antimikrobnih osobina, takođe utiču na stvaranje jedinstvenog ukusa i teksture prehrambenih proizvoda. Tradicionalno, veliki broj namirnica je zaštićen od kvarenja prirodnim procesima fermentacije. Trenutno, fermentisana hrana ima značajan stepen popularnosti u ishrani stanovništva. Smatra se da je, još pre više od 30 godina, 60% ishrane u industrijski razvijenim zemljama pripadalo ovom tipu hrane (Holzapfel i dr., 1995). Da bi se osigurao konstantan kvalitet i bezbednost proizvoda vrši se dodavanje naročito selekcionisanih mikroorganizama (starter/zaštitne kulture) u sirovu hranu, kao supstrat, čime se kod gotovog proizvoda unapređuju organoleptička svojstva i doprinosi bezbednosti.

Saznanja vezana za produkciju bakteriocina predstavljaju važan momenat u biološkoj zaštiti hrane, s obzirom na to da njihova primena omogućava bakteriocidni ili bakteriostatski efekat na određene štetne mikroorganizme, koji se sa njima nalaze u istim ekološkim nišama ili koriste iste izvore energije.

Producija bakteriocina predstavlja prirodnu prednost ćelije, s obzirom da sintetisani peptidi/proteini mogu uništiti ili inhibirati rast ostalih bakterija koje su sa njom u kompeticiji za iste ekološke niše ili za iste hranljive materije. Ova uloga je podržana činjenicom da mnogi bakteriocini imaju usku vezu sa ćelijom domaćina, kao i da su mnogo efikasniji protiv bakterija koje konkurišu za iste deficitne materije. Iako bakteriocine proizvode mnoge Gram-pozitivne i Gram-negativne bakterije, bakteriocini proizvedeni od strane BMK predstavljaju najveći interes za prehrambenu industriju.

Bakteriocini BMK pokazuju izraženu antibakterijsku aktivnost u odnosu na Gram-pozitivne bakterije (De Vuyst i Vandamme, 1994; Diep i Nes, 2002), dok dejstvo u odnosu na Gram-negativne bakterije, u uobičajenim okolnostima, nije zabeleženo (Messens i De Vuyst, 2002). Antilisterijski efekat bakteriocina BMK se smatra naročito značajnim sa aspekta bezbednosti hrane (Čaklovica i dr., 2005; Drosinos i dr., 2006). Takođe, većina bakteriocin-producujućih vrsta BMK su prirodni izolati, što ih čini idealno pogodnim za primenu u industriji hrane (Vesović, 2009; Deegan i dr., 2006; Vesović-Moračanin, 2010a).

Najbolje proučen i, ujedno, najviše primenjivan bakteriocin je nizin, izolovan iz *Lactococcus lactis* spp. *lactis*. Prvi put se na tržištu u Engleskoj pojavio 1953. godine, dok se sa njegovom intenzivnom primenom započelo 1957. godine u proizvodnji sira (Chevalier i dr., 1957). Danas se nizin upotrebljava u 48 zemalja sveta jer je 1969. godine registrovan kao dozvoljeni aditiv u hrani (E-234) od strane Joint Food and Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO), Expert Committee on Food Additives. Dominantno se koristi u proizvodnji konzervisane hrane i proizvoda od mleka. Naročito je efikasan u proizvodnji sireva i sirnih namaza kao prirodni antimikrobnii faktor u borbi protiv termorezistentnih sporogenih bakterija. Poseban značaj nizin ima u prevenciji *Clostridium botulinum* koji može dovesti do drastičnih zdravstvenih posledica usled produkcije toksina (Cotter i dr., 2013).

Postoji i nekoliko drugih izolovanih bakteriocina koji su prilagođeni za komercijalnu upotrebu i koji su opisani u naučnoj literaturi, kao što su pediocin PA-1/AcH, lakticin 3147, lakticin 481, enterocin AS-48, variocin, itd. (Deegan i dr., 2006; Settanni i Corsetti, 2008).

U našoj industriji mesa vršena su ispitivanja radi potencijalne primene bakteriocina iz BMK producenata, koje su izolovane iz domaćih autohtonih proizvoda od mesa (Kozačinski i dr., 2005; Drosinos i dr., 2006; Vesković-Moračanin, 2007; Vesković, 2009; Vesković-Moračanin i dr., 2010b;

Vesković-Moračanin i dr., 2011b; Tehničko rešenje I i II, 2011; Vesković-Moračanin i dr., 2013).

Zaključak

Nužnost uvođenja prirodnih antimikrobnih jedinjenja u procese konzervisanja hrane je naglašena od strane mnogih subjekata iz agroindustrije, zakonodavnih tela i potrošačkih organizacija. Mogućnost je podržana od strane mnogih studija obavljenih od strane prehrambenih stručnjaka. Jasno je, takođe, da prirodne alternative nisu uvek efikasne kao postojeće hemijske supstance, kao i da inteligentna i kombinovana primena može biti preduslov za optimalnu funkcionalnost. Pre bilo kakve široke i komercijalne primene, prirodne alternativne materije moraju proći predviđene laboratorijske, industrijske i medicinske provere, moraju biti odobrene u zakonodavstvu datih zemalja, primerene etičkim shvatanjima i normama, s tim što nikada oznaku „prirodno“ ne treba mešati sa „inherentnom“, koja je svojstvena bezbednosti.

Rezimirajući dosadašnja iskustva u ovoj oblasti, nameće se zaključak da bi u narednom periodu bilo potrebno privući širu pažnju potrošača i intenzivnije promovisati primenu ovih prirodnih supstanci kao deo preventivnih mera u sprečavanju nastanka oboljenja izazvanih upotrebotom kontaminirane hrane.

Primena biljnih ekstrakata, bakteriocina i bakteriocin-produkujućih mikroorganizama može biti interesantna i veoma poželjna s obzirom na to da je poverenje potrošača u hemijske konzervante uveliko poljuljano, pa čak i dovedeno u pitanje.

Literatura

- Chen H., Hoover D.G., 2003.** Bacteriocins and their food applications. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 2003, 2, 82–100.
- Chevalier R., Fournaud J., Lefebvre E., Mocquot G., 1957.** A novel technique for detection of inhibitory and stimulatory streptococci. Journal of Agricultural Science and Technology, 2, 117–137.
- Cleveland J., Montville T. J., Nes I. F., Chikindas M. L., 2001.** Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. International Journal of Food Microbiology, 71, 1–20.
- Cotter P. D., Ross R. P., Hill C., 2013.** Bacteriocins – a viable alternative to antibiotics? Nature Reviews Microbiology, 11 (2), 95–105.
- Čaklovica F., Alagić D., Smajlović M., Kozačinski L., Željka, C., Vesković Moračanin S., Gasparić Reichardt J., Zdolec N., 2005.** Effect of selected LAB on *L. monocytogenes* during production of traditionally fermented sausages. Workshop for Dissemination of the Project Results, Research Project: “Safety of traditional fermented sausages: Research on protective cultures and bacteriocins”, Sarajevo, 10 November 2005. Proceedings, 72–83.
- De Vuyst L., Vandamme E., 1994.** Nisin, a lantibiotic produced by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*: properties, biosynthesis, fermentation and applications. In: De Vuyst L., Vandamme E. (Eds.). Bacteriocins of lactic acid bacteria: Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria: Microbiology, Genetics and Applications, London, 151–221.
- De Vuyst L., Leroy F., 2007.** Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications. Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology, 13, 194–199.
- Deegan L. H., Cotter P. D., Hill C., Ross P., 2006.** Bacteriocins: biological tools for bio-preservation and shelf-life extension. International Dairy Journal, 16, 1058–1071.
- Diep D. B., Nes I. F., 2002.** Ribosomally synthesized antibacterial peptides in Gram-positive bacteria. Current Drug Targets 3, 107–122.

- Drosinos E. H., Mataragas M., Vesković-Moračanin S., Gasparik-Reichardt J., Hadžiosmanović M., Alagić D., 2006.** Quantifying nonthermal inactivation of *Listeria monocytogenes* in European fermented sausages using bacteriocinogenic lactic acid bacteria or their bacteriocins: A case study for risk assessment. *Journal of Food Protection*, 69, 2648–2663.
- Dukić D., Mandić L., 1998.** Neke prirodne bioaktivne materije u funkciji kontrole mikrobiološke aktivnosti. Dani mikrobiologa Jugoslavije, Igalo, 17–19 jun 1998, Knjiga abstrakata, 8.
- Dukić D., Sbutega-Milošević G., Škrinjar M., 2008.** Aeromikrobiologija, Budućnost, Novi Sad, 91–99.
- Dukić D., Jemcev V. T., Mandić L., 2011.** Sanitarna mikrobiologija zemljišta, Budućnost, Novi Sad: 502.
- Dukic D., Veskovic Moracanin S., Mandic L., Atanaskovic J., 2014.** The quality of non-carbonated non-alcoholic beverages during the shelf life. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 6, 130–136.
- EFSA, 2011a.** The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2009, EFSA Journal, 9 (3), 2090.
- EFSA, 2011.** EU summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food. EFSA Journal, 9, 7, 2154.
- EFSA, 2012.** Scientific report od EFSA and ECDC. The European Union Summary Report on Trends and sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-bourne Outbreaks in 2010. EFSA Journal, 10, 3, 2579.
- FAO, 2011. FAO in the 21st century:** Ensuring food security in a changing world; <http://www.fao.org/docrep/015/i2307e/i2307e.pdf>; accessed 10.03.2015.
- Gálvez A., Abriouel H., López R. L., Omarn B., 2007.** Bacteriocin-based strategies for food biopreservation, *International Journal of Food Microbiology*, 120, 51–70.
- Holzapfel W., Geisen R., Schillinger U., 1995.** Biological preservation of foods with reference to protective cultures, bacteriocins and food-grade enzymes. *International Journal of Food Microbiology*, 24, 343–362.
<http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/societal-challenges>; accessed 10.03.2015.
- Kozačinski L., Zdolec N., Gasparik Reichardt J., Alagić D., Vesković Moračanin S., Hadžiosmanović M., Cvrtila Ž., Filipović I., 2005.** Influence of bacteriocins on characteristics and safety of traditionally fermented sausages“. Workshop for Dissemination of the Project Results, Research Project: “Safety of traditional fermented sausages: Research on protective cultures and bacteriocins”, Sarajevo, 10 November 2005. Proceedings, 84–103.
- Kurćubić V., Mašković P., Vesković Moračanin S., Pantović J., Rakonjac S., Mladenović J., Radojković M., 2012.** Influence of the herb extract on inhibition of beef meat spoilage – potential source of natural preservative – 6th Central European Congress on Food, CEFood 2012, 23–26 May 2012, Proceedings, 553–558.
- Kurćubić V., Mašković P., Vesković Moračanin S., Turubatovic L., 2012a.** Ekstrakti biljaka kao dekontaminenti mesa i konzervansi proizvoda od mesa, XVII Savetovanje o biotehnologiji, sa međunarodnim učešćem, Čačak, 6–7. april 2012. Zbornik radova, 17, 19, 357–362.
- Kurćubić V., Mašković P., Vesković Moračanin S., Turubatovic L., 2013.** Herb Extracts: Sources of Antioxidants and Antimicrobials, International 57th Meat Industry Conference, Belgrade, 10–12 June, 2013, Proceedings, 267–270.
- Kurćubić V., Mašković P., Karan D., Vesković-Moračanin S., Okanović Đ., Lilić S., Džinić N., 2014a.** Sensory properties of sausage fortified by *Kitaibelia vitifolia* extract. *Agro FOOD Industry Hi Tech*, 25, 1, 16–19.
- Kurćubić V., Mašković P., Vujić J., Vranić D., Vesković-Moračanin S., Okanović Đ., Lilić S., 2014b.** Antioxidant and antimicrobial activity of *Kitaibelia vitifolia* extract as alternative to the added nitrite in fermented dry sausage. *Meat Science*, 97, 4, 459–467.
- Kurćubić V., Mašković P., Vesković-Moračanin S., 2014c.** Primena prirodnih antimikrobnih sastojaka u proizvodnji mlečnih proizvoda. Zbornik radova XIX Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, 7–8. maj 2014. godine, XIX 21, 251–257.
- Kurćubić V., Vujić J., Iličić M., Vranić D., Vesković-Moračanin S., Mašković P., 2015.** Effect of plant extracts *Kitaibelia vitifolia* on antioxidant activity, chemical characteristics, microbiological status and sensory properties of Pirotki kachkaval cheese. *Hemispska industrija*, 69, 1, 85–93.
- Leistner, L., 2000.** Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*, 55, 1–3, 181–186.
- Luchansky J. B., 1999.** Overview on applications for bacteriocin-producing lactic acid bacteria and their bacteriocins. *Antonie van Leeuwenhoek*, 76, 335.
- Luo Y., Cai Q., Sun M., Corke H., 2004.** Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Science* 74, 2157–2184.
- Mašković P., Kurćubić V., Vesković-Moračanin S., Turubatovic L., Vujić J., 2012.** Antimicrobial and antioxidant activities of essential oil of *Kitaibelia vitifolia* Willd., Malvaceae. 23rd international ICFMH Symposium FoodMicro 2012, Global Issues in Food Microbiology, 3–7 September 2012 Istanbul, Turkey. Abstract Book, 804.
- Mead P. S., Slutsker L., Dietz V., McCaig L. F., Bresee J. S., Shapiro C., Griffin P. M., Tauxe R. V., 1999.** Food-related illness and death in the United States. *Emerging Infectious Diseases*, 5, 5, 607–625.
- Messens W., De Vuyst L., 2002.** Inhibitory substances produced by Lactobacilli isolated from sourdoughs – a review. *International Journal of Microbiology*, 72, 1–2, 31–43.
- Milošević-Ifantis T., 2013.** Doktorska disertacija. Hemispski sastav i antimikrobnja aktivnost nekih sekundarnih metabolita biljaka *Centaurea pannonica* (Heuffel), *Simonkai* (Asteraceae) i *Origanum scabrum* Boiss. & Heldr. (Lamiaceae). Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Kragujevcu.
- Okanović Đ., Kurćubić V., Mašković P., Karan D., Lilić S., Vesković Moračanin S., Lukic M., 2013.** Sensory properties of dry fermented sausage enriched with extract of *Kitaibelia vitifolia*. 3rd International Congress “Engineering, environment and materials in processing industry”, Jahorina, 4–6 March 2013. Bosnia and Herzegovina, Proceedings, 281–286.
- Olaoye O. A., Ntuen I.G., 2011.** Spoilage and preservation of meat: a general appraisal and potential of lactic acid bacteria as biological preservatives. *International Research Journal of Biotechnology*, 2, 33–46.
- Sarić M., 1989.** Lekovite biljke S.R. Srbije. SANU, Beograd.

- Schmidt K., Tirado C., 2001.** WHO Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Intoxications in Europe. 7th Report 1993–1998. BGVV–FAO/WHO Collaborating Centre for Research and Training in Food Hygiene and Zoonoses, Berlin. Tselentis, Y. 2003. Personal communications.
- Settanni L., Corsetti A., 2008.** Application of bacteriocins in vegetable food biopreservation. International Journal of Food Microbiology, 121, 123–138.
- Stiles M.E., 1996.** Biopreservation by lactic acid bacteria, Antonie Van Leeuwenhoek, 70 (2–4), 331–345.
- Tehničko rešenje I, 2011.** „UŽIČKA PLUS kobasica“ – Kobasica sa sopstvenom zaštitnom bakterijom – *Lactobacillus sakei*, Projekat TR 20127.
- Tehničko rešenje II, 2011.** „SREMSKA PLUS kobasica“ – Kobasica sa prirodnim bioprotektorima hrane – bakteriocinima, Projekat TR 20127.
- Tehničko rešenje III, 2012.** „Fermentisana suva kobasica sa dodatkom ekstrakta biljke *Kitaibelia vitifolia* kao prirodnim antioksidansom i konzervansom“, Projekat III 46009.
- Vesković Moračanin S., 2007.** Uticaj *Lactobacillus sakei* I 151, bakteriocina *Leuconostoc mesenteroides* E 131 i MAP na održivost Sremske kobasicice. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Vesković S., 2009.** Bakteriocini BMK – mogućnosti primene u proizvodnji fermentisanih kobasicica, Monografija. Zadužbina Andrejević, Beograd, 87 str.
- Vesković Moračanin S., 2010a.** Bakteriocini BMK kao prirodni protektori hrane – mogućnosti primene u industriji mesa. Tehnologija mesa, 51 (1), 83–94.
- Vesković Moračanin S., Obradović D., Velebit B., Borović B., Škrinjar M., Turubatović L., 2010b.** Antimicrobial properties of indigenous *Lactobacillus sakei* strain. Acta Veterinaria, 60, 59–66.
- Vesković Moračanin S., Stefanović S., Turubatović L., 2011b.** Application of bioprotectors in meat industry. Journal of food Hygienic Engineering and Design, 1, 130–134.
- Vesković S., Stefanović S., Janković S., 2011a.** Insight in Food Safety – Chapter VIII –Veterinary drug residues, Series: Nutrition and Diet Research Progress, Public Health in the 21st Century.
- Vesković Moračanin S., 2012.** Uticaj faktora sredine na intenzitet antimikrobne aktivnosti bakteriocina. Tehnologija mesa, 53, 2, 157–165.
- Vesković Moračanin S., Turubatović L., Škrinjar M., Obradović D., 2013.** Antilisterial activity of bacteriocin Isolated from *Leuconostoc mesenteroides* subspecies *mesenteroides* IMAU:10231 in production of Sremska sausages (traditional Serbian sausage): Lactic acid bacteria isolation, bacteriocin identification, and meat application experiments. Food Technology and Biotechnology, 51, 2, 247–256.
- Vesković Moračanin S., Đukić D., Memiši N., 2014a.** Bacteriocins produced by lactic acid bacteria – A review. Acta periodica technologica, 45, 271–283.
- Vesković Moračanin S., Stefanović S., Šaponjić M., Đukić D., 2014b.** Primena sledljivosti u proizvodnji zlatarskog sira. Tehnologija mesa, 55, 2, 148–155.
- Vesković S., Đukić D., 2015.** Bioprotektori u proizvodnji hrane, Monografija, Agronomski fakultet, Čačak, 377.
- WHO, 2007.** Food safety and foodborne illness. Fact Sheet N°237. Available at https://foodhygiene2010.files.wordpress.com/2010/06/who-food_safety_fact-sheet.pdf
- World Health Organization, 1969.** Specifications for identity and purity of some antibiotics. Food Additives, 69, 34, 53–67.

Natural antimicrobial compounds and biopreservation of food

Vesković-Moračanin Slavica, Đukić Dragutin, Kurćubić Vladimir, Mašković Pavle, Ač Mira

Summary: Due to the high content of nutritional substances, large number of foodstuffs represents the ideal environment for microbial growth. Occurrence of spoilage and spoilage type depend on many factors such as microbial species and the intensity of their metabolic activity, their physiological status and the ability to survive various processing procedures and storage conditions. Significant economic losses and increase of consumers' health risk are main consequences of food spoilage. Application of modern protective technologies during food processing, as well as implementation of appropriate microbiological standards, may significantly decrease, although not completely eliminate, occurrence of food spoilage and incidence of food-borne diseases.

The use of certain microorganisms, their metabolic products, as well as plant extracts, is based on the development of new technologies of biological conservation and protection, whose application can contribute, on the one hand, to the standardization process of making food products with uniform and / or improved quality parameters, and on the other hand, the emergence of secure products with longer shelf-life. The quest for a natural alternative to food safety, in relation to the use of chemical substances, is one of the most important activities of the food industry which is determined by the request of modern consumer to consume a minimum of processed foods.

Key words: food spoilage, bioprotectors of food, food safety.

Rad primljen: 23.03.2015.

Rad korigovan: 9.06.2015.

Rad prihvaćen: 7.07.2015

Higijena procesa klanja i obrade svinja tokom godinu dana na jednoj klanici u Severnobanatskom okrugu u Srbiji

Rašeta Mladen¹, Teodorović Vlado², Jovanović Jelena¹, Lakićević Brankica¹, Branković Lazić Ivana¹, Vidanović Dejan³

*S a d r ž a j: Tokom validacije i verifikacije HACCP sistema, subjekt u poslovanju hranom, treba da upotrebi podatke dobijene u redovnoj kontroli čija su dinamika i obim propisani odgovarajućom zakonskom regulativom. U periodu od godinu dana na jednoj klanici u Severnobanatskom okrugu, vršeno je plansko uzimanje briseva sa trupova svinja sa ciljem praćenja higijene procesa klanja. Ispitivanjima su bili obuhvaćeni sledeći mikroorganizmi: Enterobacteriaceae i broj aerobnih bakterija, kao i potencijalno prisustvo patogena (*Salmonella spp.*). Tokom 30 uzastopnih nedelja ispitivanja, na trupovima svinja nakon završnog pranja, nije utvrđeno prisustvo *Salmonella spp.*, dok je prisustvo Enterobacteriaceae iznosilo $1,05 \pm 0,78 \log \text{CFU/cm}^2$, a ukupnog broja aerobnih bakterija $2,87 \pm 0,96 \log \text{CFU/cm}^2$. Analizom dobijenih rezultata primetan je opadajući trend nalaza Enterobacteriaceae i broja aerobnih bakterija, što ukazuje na efektivnost sistema HACCP i kontrole higijene procesa klanja koja je u skladu sa aktuelnom zakonskom regulativom.*

Ključne reči: higijena procesa klanja i obrade, trupovi svinja.

Uvod

Meso je lako kvarljiva namirnica i često može da bude uzrok nastanka bolesti prenosivih hranom (Adams, 2014). Striktna primena dobre higijenske prakse (Good hygiene practice – GHP) tokom procesa klanja je od velikog značaja za osiguranje javnog zdravlja i kvaliteta dobijenog mesa (Konstantinos i dr., 2014). Na liniji klanja svinja tokom obrade, postoji veliki rizik od kontaminacije mesa sadržajem gastrointestinalnog trakta (Pinto, 2004). Tokom evisceracije, zaseca se predeo oko anusa i daljom obradom može da dođe do izlivanja rektalnog sadržaja, što predstavlja mogućnost za kontaminaciju mesa (Bolton i dr., 2002). Evisceracija je faza koja najviše doprinosi nalazu bakterija na površini trupova, naročito zbog toga što posle opaljivanja, na liniji klanja ne postoji više nijedna faza primarne obrade koja bi mogla da umanji broj bakterija. Stoga je od posebne važnosti da principi dobre higijenske prakse budu primenjivani tokom celog postupka klanja.

Kako bi se postojeći rizik kontrolisao, smanjivao i po mogućnosti eliminisao, na liniji klanja su u okviru HACCP plana, definisana mesta koja

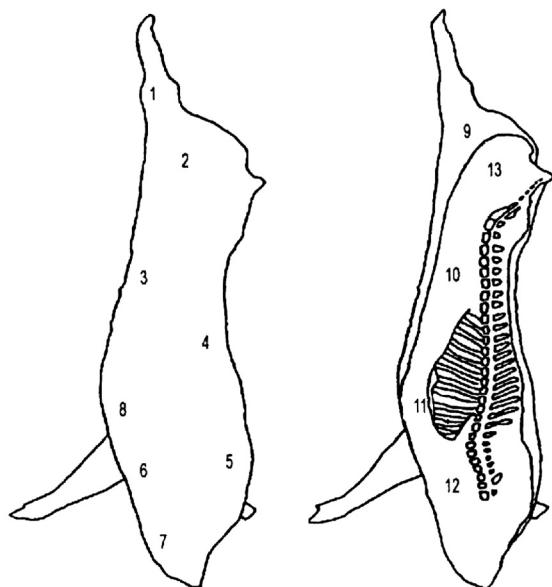
nose poseban rizik. To su kritične kontrolne tačke – (Critical Control Points – CCP) (Declan i dr., 1999). Pri validaciji i verifikaciji HACCP sistema od strane subjekta u proizvodnji hrane, veoma je važno upotrebiti podatke iz redovne kontrole. Validacija je prikupljanje dokaza da su elementi HACCP sistema efektivni. U validaciji elemenata HACCP pri svakom koraku, tri aspekta moraju da se uzmu u obzir: naučno-stručni podaci, karakteristike opreme i njena podesnost za namenjenu upotrebu, kao i zaposleno osoblje koje sprovodi odluku. Validacija se sprovodi tokom rada i razvoja HACCP plana, kako bi osigurala da je plan rada pravilno osmišljen. Verifikacija se sprovodi kao deo kontrole primene HACCP plana, kako bi osigurala usklađenost sa planom (Motarjemi, 2014). Obim i učestalost redovne kontrole su definisani planom samokontrole subjekta u poslovanju hranom i moraju da budu usklađeni sa zakonskom regulativom. Pravilnik o opštим i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa (Sl. glasnik RS, br. 72/10), koji se primenjuje od 01. juna 2011. godine, definisao je uslove higijene procesa proizvodnje trupova svinja (kriterijum 2.1.2. i 2.1.4.), pri-

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

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

³Veterinarski specijalistički institut, Žička 34, 36000 Kraljevo, Republika Srbija.

čemu se navode mikroorganizmi koji se ispituju, plan uzorkovanja, granične vrednosti, referentni metod ispitivanja, faza u kojoj se kriterijum primenjuje i propisao je korektivne mere. Korektivne mere se sprovode u slučaju dobijanja nezadovoljavajućih rezultata i njihovo sprovođenje je obaveza subjekta u proizvodnji hrane. Celokupan postupak ispitivanja higijene procesa proizvodnje trupova svinja je približen subjektu u poslovanju hransom preko Vodiča za primenu mikrobioloških kriterijuma u hrani (prvo izdanje, jun 2011. godine). U Evropskoj uniji (EU) su u regulativama EC 2073/2005 i EC 1441/2007 definisani mikrobiološki kriterijumi higijene procesa proizvodnje, na osnovu iskustava sa terena, naučnih istraživanja i mišljenja eksperata (EFSA, 2007). Mikrobiološki kriterijumi navedeni u regulativi EC 2073/2005 su korisni pri validaciji i verifikaciji procedura HACCP sistema i ostalih higijenskih mera koje se u objektu primenjuju (Lindblad, 2007). Nivo higijene procesa proizvodnje je indikator prihvatljivosti funkcionisanja HACCP sistema (Blagojević i dr., 2011), tako da rezultati redovnih analiza služe subjektu u poslovanju hransom da je oceni (Wheatley



Slika 1. Moguća mesta za uzimanje briseva sa trupova svinja sa označenim mestima na trupu koja su najčešće kontaminirana velikim brojem mikroorganizama.

Preuzeto iz Vodiča za primenu mikrobioloških kriterijuma za hrano (jun, 2011. godine)

Picture 1. Possible sites for taking swabs from the carcasses of pigs with marked points on the carcass that are commonly contaminated by a large number of microorganisms. Adapted from the Guide for the application of microbiological criteria for foods (June, 2011).

i dr., 2014). Higijena procesa proizvodnje mesa svinja varira u zavisnosti od građevinsko-tehničkih i veterinarsko-sanitarnih uslova u samom objektu za klanje. Neadekvatni postupci tokom tehnoloških operacija na liniji klanja (nepoštovanje radne procedure od strane zaposlenih radnika, neadekvatna opremljenost, neadekvatno održavanje radnog dela i obavljanje sanitacije tokom rada, stvaranje uslova za unakrsnu kontaminaciju) mogu da dovedu do kontaminacije trupova svinja (Bolton i dr., 2002; Spescha i dr., 2006; Wilhelm i dr., 2011).

Preporučena mesta za uzimanje uzoraka sa trupova svinja su sledeća: donji deo buta – lateralno, potrusina – medialno, sredina leđa i vilica. Mogu se koristiti i alternativna mesta sem prethodno navedenih, uz objektivne dokaze da su ta mesta sa većom kontaminacijom zbog primenjene tehnologije klanja. Predilekciona mesta na trupu svinja za uzimanje briseva su predstavljena na slici 1.

U Pravilniku o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa (*Sl. glasnik RS, br. 72/10*) i Vodiču za primenu mikrobioloških kriterijuma za hrano opisana je metoda uzorkovanja (destruktivni ili nedestruktivni metod brisa), preporučena mesta uzorkovanja, procedura uzorkovanja, broj uzetih uzoraka, mikrobiološki kriterijumi za uzete uzorce, kao i faktori koji mogu da dovedu do dobijanja nezadovoljavajućih rezultata. Uzorci se uzimaju destruktivnim ili nedestruktivnim metodom uzorkovanja na liniji klanja svinja, na mestu nakon završnog pranja trupova, pre upućivanja na hlađenje, pri čemu je potrebno odrediti broj aerobnih bakterija (Total viable counts – TVC), nivo prisustva *Enterobacteriaceae* i prisustvo *Salmonella* spp. Destruktivna metoda uzorkovanja podrazumeva narušavanje celovitosti trupa, zasecanjem i uzimanjem uzoraka iz dubine mesa. Nedestruktivna metoda uzorkovanja podrazumeva uzimanje briseva sa površine trupa, sa predilekcionih mesta, bez narušavanja celovitosti trupa.

Destruktivna metoda daje preciznije rezultate i prikazuje veći nivo kontaminacije trupova u odnosu na nedestruktivnu metodu koja je, svakako, praktičnija i ekonomičnija u terenskim uslovima (Bolton, 2003; Capita i dr., 2004) i predstavlja najrasprostranjeniji način kontrole higijene procesa proizvodnje trupova svinja (Capita i dr., 2004; Zweifel i dr., 2005; Lindblad, 2007).

Najveći broj slučajeva salmoneloze ljudi je prouzrokovana konzumacijom kontaminiranog mesa brojlera i jaja, ali svinjsko meso i proizvodi od svinjskog mesa, su takođe značajan izvor kontaminacije za ljude (Beran, 1995). Iako *Salmonella* spp. može dugo da opstane u ambijentu (Bohm, 1993), glavni vektori su obolele životinje koje su i glavni izvor

Tabela 1. Limiti za tumačenje dobijenih rezultata briseva nedestruktivnom metodom
Table 1. Limits for the interpretation of the obtained results of swabs nondestructive method

Rezultat/Result:	Broj aerobnih bakterija (prosečan logaritam/ broj pozitivnih)/ Aerobic bacteria (logarithm of the average/ number of positives)	Enterobacteriaceae (prosečan logaritam/ broj pozitivnih)/ (logarithm of the average/number of positives)	Salmonella (broj pozitivnih uzoraka)/ number of positive samples)
Neprihvatljiv/Unacceptable	> 4,3	> 2,3	> 5/50
Prihvatljiv/Acceptable	< 4,3	< 2,3	
Zadovoljava/Satisfactory (meets the requirements)	≤ 3,3	≤ 1,3	≤ 5/50

Preuzeto iz Vodiča za primenu mikrobioloških kriterijuma za hrani, prvo izdanje, jun 2011. godine/Adapted from the Guide for the application of microbiological criteria for foods, First issue, June, 2011).

kontaminacije ljudi i životinja (Gray i Fedorka-Cray, 1996).

Kako bi se na adekvatan način sagledala higijena procesa klanja i obrade svinja, cilj našeg rada je bio određivanje stepena kontaminacije trupova svinja, utvrđivanjem prisustva bakterija (*Salmonella* spp., *Enterobacteriaceae* i broj aerobnih bakterija), na liniji klanja, nakon završnog pranja, na osnovu kojeg bi mogli da formiramo analizu trenutka proizvodnje trupova svinja u jednoj klanici u Severnobanatskom okrugu u Srbiji.

Materijal i metode

Na osnovu plana samokontrole, po utvrđenoj dinamici, na linji klanja svinja nakon završnog pranja, pre hlađenja uzimani su brisevi sa svinjskih trupova (nedestruktivnom metodom). Sa svakog svinjskog trupa se sa predilekcionih mesta (but, slabina, leđa i vrat), uzimalo po četiri brisa, sa površine 10×10 cm, uz upotrebu sterilnog rama. Svako ispitivanje higijene procesa proizvodnje trupova svinja, se obavljalo uzimanjem briseva sa 5 slučajno odabranih trupova svinja na liniji klanja.

Ispitivanje prisustva *Salmonella* spp. na trupovima zaklanih svinja se vršilo metodom uzimanja uzoraka abrazivnim sunđerom. Površina uzorkovanja je obuhvatala najmanje 400 cm^2 .

Stomaher kesa (Biomerieux, France) sa sunđerima je obeležena, identifikovan je trup sa kojeg je uzet uzorak. U zapisniku je evidentirano vreme/datum uzorkovanja kao i stručno lice koje je izvršilo uzorkovanje. Čuvanje i transport uzoraka se obavljalo na temperaturi $0\text{--}4^\circ\text{C}$, u ručnom frižideru. Uzorci su istog dana dopremani u laboratoriju i ispitani u roku od 24 časa od momenta uzorkovanja.

Nakon laboratorijskih ispitivanja (broj aerobnih bakterija SRPS EN ISO 4833:2007; *Enterobacteriaceae* SRPS EN ISO 21528-2:2004 i *Salmonella* spp. SRPS EN ISO 6579: 2008), pristupalo se obradi rezultata ispitivanja.

Granične vrednosti za broj aerobnih bakterija i broj *Enterobacteriaceae* date su kao logaritam dnevног proseka koji se izračunava iz logaritamskih vrednosti pojedinačnih ispitivanja, a granične vrednosti koje su korišćene za procenu higijene procesa u datom objektu definisane su na osnovu preporuka iz Vodiča o primeni mikrobioloških kriterijuma za hrani i date su u tabeli 1.

Uobičajeno je u terenskom radu, da se sa jedne polutke svinjskog trupa uzme uzorak abrazivnim sunđerom (utvrđivanje prisustva *Salmonella* spp.), a sa druge polutke istog trupa svinja, brisevi sa predilekcionih mesta (utvrđivanje broja aerobnih kolonija i *Enterobacteriaceae*).

Utvrđene vrednosti mikrobiološke kontaminacije su prevedene u logaritamske vrednosti. Podaci su obrađivani upotrebom komercijalnih programa (Microsoft Office Excel, 2010).

Rezulati i diskusija

Rezultati našeg ispitivanja su predstavljeni u tabeli i grafikonima 1 i 2. Tokom 30 uzastopnih ispitivanja, praćeno je prisustvo *Salmonella* spp., *Enterobacteriaceae* i ukupnog broja aerobnih kolonija na trupovima svinja, na liniji klanja, nakon završnog pranja.

Prisustvo *Salmonella* spp. nije utvrđeno ni u jednom uzorku.

Utvrđeno je prisustvo *Enterobacteriaceae* (daje EC) na trupovima svinja u 24 od ukupno 30

ispitivanja. Prosečan nivo prisustva EC je iznosio $1,05 \pm 0,78 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$, pri čemu je tokom 30 uzaštopnih ispitivanja prisutan opadajući linearni trend, što ukazuje na poboljšanje higijene procesa klanja.

Utvrđeno je prisustvo broja aerobnih kolonija (dalje TVC) na trupovima svinja u svih 30 ispitivanja. Prosečan nivo prisustva TVC je iznosio $2,87 \pm 0,96 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$, pri čemu je tokom 30 uzaštopnih ispitivanja prisutan opadajući linearni trend, što takođe ukazuje na poboljšanje higijene procesa klanja.

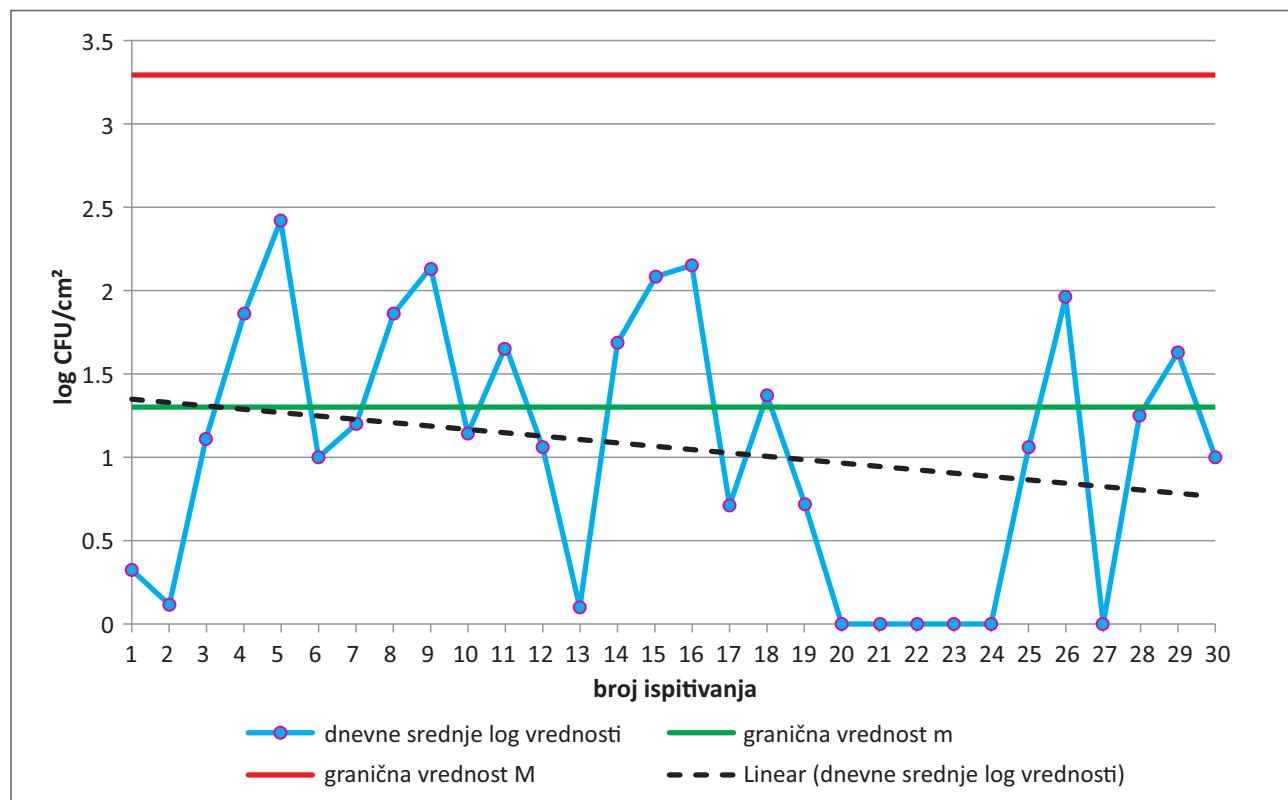
Posmatranjem rezultata prisustva EC na trupovima svinja, zaključujemo da u 30 ispitivanja nije dobijen nezadovoljavajući rezultat, dok je dobijeno 11 prihvatljivih rezultata. Na osnovu dobijenih rezultata i uvidom u dokumentaciju subjekta, ako se uzastopno dobiju dva prihvatljiva rezultata, potrebno je primeniti korektivnu mjeru (poboljšanje higijene klanja i preispitivanje kontrole procesa). Analizom rezultata u svih 30 ispitivanja, primetan je opadajući trend prisustva *Enterobacteriaceae*, što ukazuje na poboljšanje higijene procesa proizvodnje trupova svinja i na efektivnost preduzetih korektivnih mera.

Posmatranjem rezultata prisustva ukupnog broja aerobnih kolonija na trupovima svinja, zaključujemo da je u 30 ispitivanja dobijeno dva nezadovo-

ljavajuća rezultata i 20 prihvatljivih. Pri dobijanju nezadovoljavajućeg rezultata odmah su pokretane korektivne mere i praćena je njihova efektivnost tokom dalje kontrole. S obzirom na dobijenu higijensku sliku u vezi sa ukupnim brojem aerobnih kolonija, zaključujemo da je konstantno postojala potreba da korektivnim merama ali da je, analizom svih rezultata, primetan opadajući trend prisustva ukupnog broja aerobnih kolonija, što ukazuje na poboljšanje opštег higijenskog procesa. Treba istražati na doslednoj primeni korektivnih mera i u kontinuitetu delovati na poboljšanje opštег higijenskog stanja tokom proizvodnje trupova svinja.

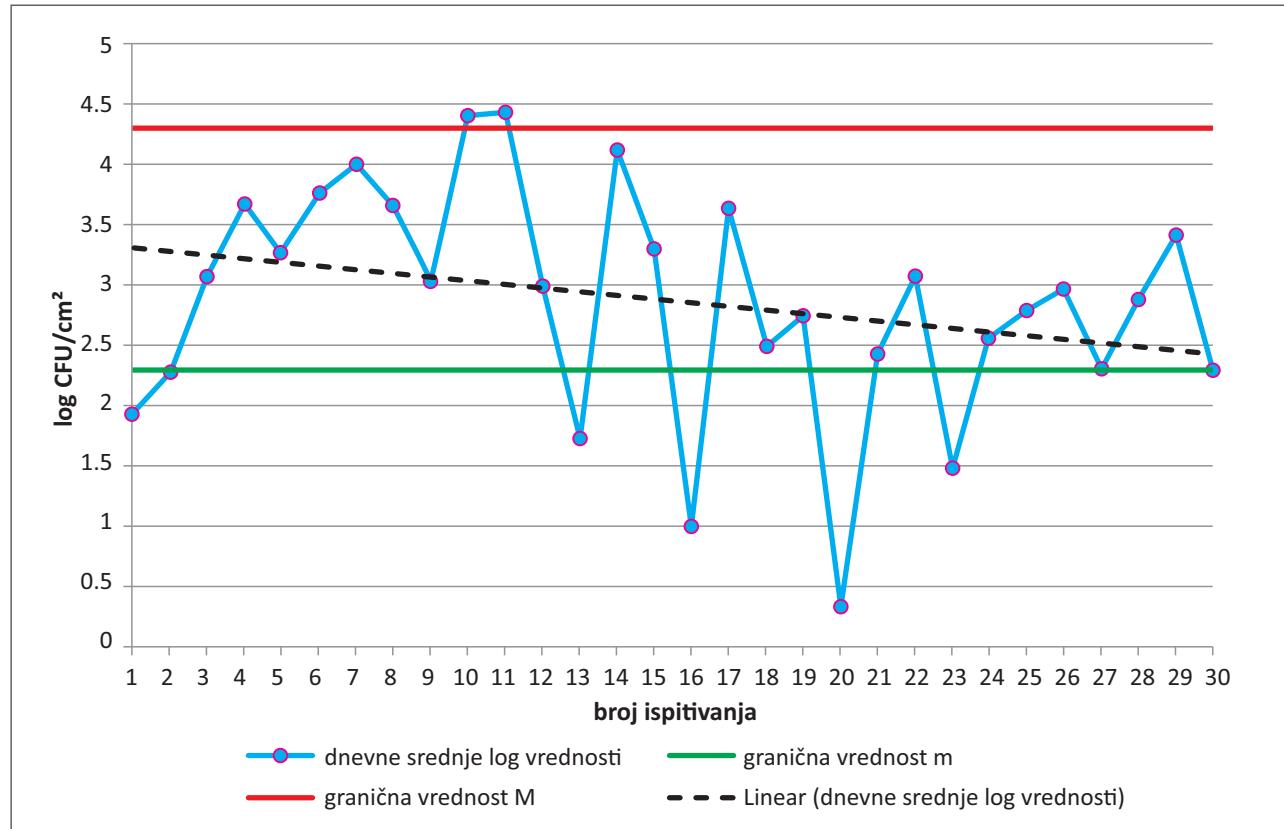
Neadekvatni uslovi higijene i nedostatak procedura sanitacije tokom transporta i istovara životinja mogu da doprinesu stepenu prisustva bakterija na trupu svinja (Wheatley *i dr.*, 2014). Neadekvatno oprane, prljave svinje, koje su poreklom sa farmi na kojima se ne primenjuju mere higijene, u velikoj meri doprinose stepenu nalaza bakterija i predstavljaju značajan rizik po zdravstvenu ispravnost mesa (Bolton *i dr.*, 2002; Small *i dr.*, 2006; Wilhelm *i dr.*, 2011).

S obzirom da se *Salmonella* spp., u malom broju nalazi na trupovima svinja, uzorkovanje nedestruktivnom metodom pomoću abrazivnog sundera



Grafikon 1. Prikaz praćenja higijene procesa klanja i obrade svinja, sa aspekta prisustva EC

Graph 1. Overview of monitoring of the process hygiene, with reference to the EC



Grafikon 2. Prikaz kontrole procesa proizvodnje trupova svinja, prisustvo aerobnih kolonija

Graph 2. Overview of control of the pig carcass production process, the presence of aerobic colonies

je prihvativiji način uzorkovanja nego destruktivni metoda, s obzirom na to da se na taj način ispituje znatno veća površina trupa (Bolton, 2003). Brojna istraživanja su rađena u Evropi, pri čemu je prevalencija značajno varirala u zavisnosti od zemlje. Tako je u Španiji sprovedeno ispitivanje u četiri klanice i utvrđena je prevalencija *Salmonella* spp. od 39,7% na trupovima svinja pre hlađenja (Arguello i dr., 2012). Ispitivanje sprovedeno u Irskoj je utvrdilo prevalenciju *Salmonella* spp. na trupovima svinja od 4% (Barron i dr., 2009), a u Danskoj 1,9% (Nauta i dr., 2013). Prevalencija salmonela na trupovima svinja na liniji klanja u Sjedinjenim Američkim Državama (SAD) je iznosila 5,8% (Rose i dr., 2002), dok je u ispitivanju sprovednom u periodu 2003–2006. godine, od strane Uprave za poljoprivredu SAD (USDA) u prometu utvrđeno prisustvo salmonele u opsegu 2,5–4% (USDA, 2007). U Srbiji je u istraživanjima u dve klanice utvrđena prevalencija *Salmonella* spp. od 3,3% (Karabasil i dr., 2012).

Stepen kontaminacije svinjskog mesa salmonelama u prometu umnogome zavisi od toga da li je meso u komadu (1–3,3% pozitivnih uzoraka) ili je usitnjeno (16% pozitivnih uzoraka), usled mešanja

mesa poreklom od više svinja u jednu usitnjenu masu (Zhao i dr., 2001; 2006). Takođe posebnu pažnju je potrebno obratiti na primarnu proizvodnju i uzgoj svinja na farmi. Uočeno je da od krda kod kojih je utvrđen najveći procenat salmonela u fecesu na farmi, potiče najveći procenat kontaminiranih trupova salmonelama u klanici (Foley et al., 2008).

Enterobakterije su vrlo raširene u prirodi, takođe su sastavni deo gastrointestinalne mikroflore ljudi i životinja. Jedno od najvažnijih mesta za kontaminaciju kože enterobakterijama, na liniji klanja svinja je boks za omamljivanje, koji svinje kontinuirano dodiruju (Avery i dr., 2002). Tehnološka operacija skidanja kože, koja se primenjuje ponekad pri klanju krmača, takođe nosi visok rizik kontaminacije mesa enterobakterijama (Aslam i dr., 2003).

U ispitivanju Pinta i dr. (2004) je kod polutki svinja nakon evisecracije i rasecanja utvrđeno prosečno veće prisustvo broja aerobnih kolonija $3,63 \pm 1,14 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$, od vrednosti utvrđenih u našem ispitivanju ($2,87 \pm 1,14 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$), ali i prosečno manje prisustvo Enterobacteriaceae, na trupu svinja $0,55 \pm 1,01 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$, u odnosu na $1,05 \pm 0,78 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$. Poređenja radi, u ispitivanju Whetley i dr. (2014) sprovedenom u Irskoj, utvrđen

je veći stepen kontaminacije trupa enterobakterijama ($2,04\text{--}2,42 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$), a približno sličan stepen kontaminacije aerobnim kolonijama ($2,97 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$). U ispitivanju sprovedenom u Švedskoj je tokom godinu dana u pet klanica svinja, utvrđeno prisustvo aerobnih kolonija na trupovima svinja $2,9\text{--}4,2 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$, a enterobakterija $0,1\text{--}0,4 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$. Tom prilikom je broj briseva u kojima je utvrđeno prisustvo enterobakterija varirao 68–100%, u zavisnosti od same klanice (Lindblad, 2007).

U ispitivanju sprovedenom u Hrvatskoj, ispitano je prisustvo enterobakterija (*Salmonella* spp. i *E. coli*) na 100 slučajno odabranih trupova svinja na liniji klanja, neposredno nakon završnog pranja. Tom prilikom prisustvo *Salmonella* spp. nije utvrđeno, dok je u 4 uzorka utvrđeno prisustvo *E. coli* ($0,3\text{--}0,76 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$). Nije utvrđen uticaj godišnjeg doba, niti je uspostavljena zavisnost u odnosu sa dan u nedelji, kako bi se kompletno i potpuno sagledala dinamika higijene procesa klanja i obrade svinja.

U ispitivanju sprovedenom u Irskoj 95 trupova svinja je ispitano uzimanjem briseva. Tom prilikom utvrđeno je prisustvo aerobnih kolonija $1,7\text{--}6,3 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$. Na liniji klanja, u odnosu na tehnološku operaciju, utvrđeno je smanjenje ukupnog broja aerobnih kolonija nakon šurenja i opaljivanja brenerom, dok je zabeležen rast nakon evisceracije (Wheatley i dr., 2014). Takođe treba imati u vidu da se tokom šurenja svinja, mikrobiološka kontaminacija bazena uvećava. Lopes i Oliveira (2002) su utvrdili porast broja aerobnih kolonija u vodi za

šurenje svinja od $2,55 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$, na početku, zatim $2,9 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$ na sredini rada i $3,9 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$ na kraju rada.

Zaključak

Na osnovu kontinuiranog praćenja higijene procesa proizvodnje trupova svinja, koje je trajalo 30 nedelja, na liniji klanja nakon završnog pranja, nije utvrđeno prisustvo *Salmonella* spp., dok je utvrđen srednji nivo prisustva bakterija iz familije *Enterobacteriaceae* $1,05 \pm 0,78 \log \text{cfu}/\text{cm}^2$ i ukupnog broja aerobnih kolonija $2,87 \pm 0,96 \log/\text{cfu}/\text{cm}^2$.

Na osnovu prisustva bakterija iz familije *Enterobacteriaceae* može se zaključiti da je higijena na liniji klanja svinja na zadovoljavajućem nivou u većini slučajeva, odnosno u 63%, dok je na prihvatljivom nivou u 37% slučajeva.

Na osnovu prisustva ukupnog broja aerobnih kolonija može se zaključiti da je higijena na liniji klanja svinja na zadovoljavajućem nivou u 27%, na prihvatljivom nivou je u 67%, a na neprihvatljivom nivou u 6% slučajeva.

Svaki put kada su limiti prekoračeni preduzimane su korektivne mere.

Posmatranjem grafikona praćenja higijene procesa, primetan je opadajući trend prisustva bakterija iz familije *Enterobacteriaceae* i ukupnog broja aerobnih kolonija. Opadajući trend je posledica do sledne i blagovremene primene korektivnih mera.

Literatura

- Adams M. R., 2014.** Disciplines associated with food safety: Food microbiology. In Y. Mortajemi (Ed.), Encyclopedia of food safety (1st ed.), Academic Press, Elsevier Store, 28–32.
- Arguello H., Carvajal A., Collazos A. J., García-Feliz C., Rubio P., 2012.** Prevalence and serovars of *Salmonella enterica* on pig carcasses, slaughtered pigs and the environment of four Spanish slaughterhouses. Food Research International, 45, 905–912.
- Aslam M. F., Nattress G., Greer C., Yost C., McMullen L. G., 2003.** Origin of contamination and genetic diversity of *Escherichia coli* in beef cattle. Applied Environmental Microbiology, 69, 2794–2799.
- Avery S. M., Small A., Reid C. A., Buncic S., 2002.** Pulsed-Field-Gel Electrophoresis Characterization of Shiga Toxin-in-Producing *Escherichia coli* O157 from hides of Cattle at Slaughter, Journal of Food Protection, 63, 1080–1086.
- Barron U. G., Soumpasis I., Butler F., Prendergast D., Duggan S., Duffy G., 2009.** Estimation of prevalence of *Salmonella* on pig carcasses and pork joints, using a quantitative risk assessment model aided by meta-analysis, Journal of Food Protection, 72, 2, 274–285.
- Beran G. W., 1995.** Human health hazards from meat and meat products. In: A.D.Leman (ed.): Swine Conference, 72–79.
- Blagojević B., Antić D., Dučić M., Bunčić S., 2011.** Retio between carcass and skin microflora as an abattoir process hygiene indicator. Food Control, 22, 186–190.
- Bohm R., 1993.** Behaviour of selected *Salmonellae* in the environment. Deutsche tierärztliche Wochenschrift, 100, 275–278.
- Bolton D. J., 2003.** The EC decision of the 8th june (EC/471/2001): excision versus swabbing. Food Control, 14, 207–209.
- Bolton D. J., Pearce R. A., Sheridan J. J., Blair I. S., McDowell D. A., Harrington D., 2002.** Washing and chilling as critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point (HACCP) systems. Journal of Applied Microbiology, 92, 893–902.
- Capita R., Prieto M., Alonso-Calleja C., 2004.** Sampling methods for microbiological analysis of red meat and poultry carcasses. Journal of Food Protection, 67, 1303–1308.
- Declan J., Bolton A. H., Oser G. J., Cocoma S., Palumbo A., Miller A. J., 1999.** Integrating HACCP & TQM reductions in pork carcass contamination. Food Technology, 53, 4, 40–43.

- EFSA, 2007.** Opinion of the scientific panel on biological hazards on microbiological criteria and targets based on risk analysis. The EFSA Journal, 462, 1–29.
- Foley L. S., Lynne M. A., Nayak R., 2008.** *Salmonella* challenges: Prevalence in swine and poultry and potential pathogenicity of such isolates. Journal of Animal Science, 86 (E suppl.), E149–E162.
- Gray J. T., Fedorka Cray P. J., 1996.** Salmonellosis in swine: a review of significant areas affecting the carrier state. In Proceedings of the first International Symposium on Ecology of *Salmonella* in Pork Production, 80–103.
- International Organization for Standardization (ISO), 2003a.** Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of microorganisms – Colony count technique at 30 degrees C. ISO 4833:2003, Geneva.
- International Organization for Standardization (ISO), 2003b.** Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal methods for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae – Part 2: Colony count method. ISO 21528-2:2004, Geneva.
- Karabasil N., Pavličević N., Galić N., Dimitrijević M., Lončina J., Ivanović J., Baltić Ž. M., 2012.** Nalaz salmonela na trupovima svinja u toku klanja i obrade. Veterinarski glasnik, 66, 5–6, 377–386.
- Konstantinos T. M., Drosinos H. E., Zoiopoulos E. P., 2014.** Food safety Management System validation and verification in meat industry: Carcass sampling methods for microbiological hygiene criteria – A review. Food Control, 43, 74–81.
- Lindblad M., 2007.** Microbiological sampling of swine carcasses: A comparison of data obtained by swabbing with medical gauze and data collected routinely by excision at Swedish abattoirs, International Journal of Food Microbiology, 118, 180–185.
- Lopes C. M. M., Oliveira C. A. F., 2002.** Avaliação da contaminação microbiana superficial de carcaças, em diferentes etapas do abate de bovinos e suínos. Revista Higiene Alimentar, 16 (92/93), 71–75.
- Motarjemi Y., 2014.** Food Safety Management – Chapter 31, Hazard Analysis and Critical Control Point System, 845–872.
- Nauta M., Barfod K., Hald T., Sorensen H. A., Emborg D. H., Aabo S., 2013.** Prediction od *Salmonella* carcass contamination by comparative quantitative analysis od *E. coli* and *Salmonella* during pig slaughter. International Journal of Food Microbiology, 166, 231–237.
- Pinto Arrunda C. M., 2004.** Swine carcass microbiological evaluation and hazard analysis and critical control points (HACCP) in a slaughterhouse in Minas Gerais, Brazil. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología, Caracas, 24, 1–2, 83–88.
- Pravilnik o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa** (Sl. Glasnik RS, broj 72/2010)
- Rose B. E., Hill W.E., Umholtz R., Ransom G. M., James W.O., 2002.** Testing for *Salmonella* in raw meat and poultry products collected at federally inspected establishments in the United States, 1998 through 2000. Journal of Food Protection, 65, 937–947.
- Small A., James C., James S., Davies R., Liebana E., Howell M., Hutchinson M., Bunčić S., 2006.** Presence of *Salmonella* in the red meat abattoir lairage after routine cleansing and disinfection and on carcasses. Journal of Food Protection, 69, 2342–2351.
- Spescha C., Stephan R., Zweifel C., 2006.** Microbiological contamination of pig carcasses at different stages of slaughter in two European Union-approved abattoirs. Journal of Food protection, 69, 2568–2575.
- USDA, 2007.** FSIS Sheduling Criteria for *Salmonella* Sets in Raw Classes of Product. http://www.fsis.usda.gov/pdf/scheduling_criteria_salmonella_sets.pdf
- Vodič za primenu mikrobioloških kriterijuma za hranu,** Ministarstvo poljoprivrede, trgovine, šumarstva i vodopрivrede, prvo izdanje, Beograd jun 2011. godine.
- Wheatley P., Giotis S.E., McKeitt I.A., 2014.** Effects of slaughtering operations on carcass contamination in an Irish pork production plant. Irish Veterinary Journal, 67, 1–6.
- Wilhelm B., Rajic A., Greig J. D., Waddell L., Harris J., 2011.** The effect of hazard analysis critical control point programs on microbial contamination of carcasses in abattoirs: a systematic review of published data. Foodborne Pathogen Diseases, 8, 949–960.
- Zhao C. Ge B., De Villena J., Sudler R., Yeh E., Zhao S., White D. G., Wagner D., Meng J., 2001.** Prevalence of *Campylobacter* spp., *Escherichia coli* and *Salmonella* serovars in retail chicken, turkey, pork, and beef from the greater Washington DC area. Applied Environmental Microbiology, 67, 5431–5436.
- Zhao S., McDermott F. P., Friedman S., Abbott J., Ayers S., Glenn A., Hall-Robinson E., Hubert K. S., Harbottle H., Walker D. R., Chiller M., White G. D., 2006.** Antimicrobial resistance and genetic relatedness amog *Salmonella* from retail foods of animal origin: NARMS retail meat surveilance. Foodborne Pathogen Diseases, 3, 106–117.
- 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 Desicion 2001/471/EC. Meat Science, 69, 3, 559–566.

Process hygiene of pig carcasses during one year at a slaughterhouse in the North Banat District of Serbia

Rašeta Mladen, Teodorović Vlado, Jovanović Jelena, Lakićević Brankica, Branković Lazić Ivana, Vidanović Dejan

Summary: During the validation and verification of HACCP system, a food business operator must use the data obtained in the regular control, whose dynamics and extent are required by actual legislation. During one year, at a cattle slaughterhouse in North Banat District (Serbia), swabs were continually taken from the carcasses of pigs, on the slaughter line after the final wash, in order to monitor compliance with the process hygiene criteria (*Salmonella* spp., *Enterobacteriaceae*, total viable count of aerobic bacteria). For 30 consecutive weeks of testing, *Salmonella* spp. presence was not detected on the pig carcasses after final wash, while the determined presence of *Enterobacteriaceae* were $1,05 \pm 0,78 \log \text{CFU/cm}^2$, and the total viable count of aerobic bacteria were $2,87 \pm 0,96 \log \text{CFU/cm}^2$. The analysis of the obtained results proved a downward trend in *Enterobacteriaceae* and total viable count of aerobic bacteria presence which proves the effectiveness of the new approach in the monitoring process hygiene during the production of pig carcasses, in accordance with the actual legislation.

Key words: process hygiene, pig carcasses.

Rad primljen: 15.01.2015.

Rad ispravljen: 2.07.2015.

Rad prihvaćen: 7.07.2015.

The impact of starter culture on the pH and the content of lactic and volatile fatty acids in boiled-smoked sausages

Indzhelieva Dijana¹, Valkova-Jorgova Katja², Kuzelov Aco³, Andronikov Darko⁴

A b s t r a c t: This paper reviews the effects of starter cultures with lactic acid bacteria as a factor of increasing quality and intensification of production processes in durable boiled – smoked sausages, type of Burgas. In this regard, the impact of starter cultures in the filling, their role in changing the pH value, the content of lactic acid and volatile fatty acids were tested. The two types of starter were used: pure cultures *Bifidobacterium longum* (*B₂*), and mixed cultures *Bifidobacterium longum* (*B₂*) and *Lactobacillus plantarum* (*L₆*), ratio 2 : 1. To test their impact in stimulating technological process we have produced 10 kg product model of boiled – smoked sausage durable type of Burgas. During the process of draining and drying, an increase in the number of lactobacilli and bifid bacteria was recorded. The test results show that the minimum pH value was detected in the period of intensive growth of microorganisms from the starter culture. pH values depend on the composition of starter cultures. Also, rapid decline of pH in the experimental samples with mixed starter cultures was recorded. Considering the amount of lactic acid, intense formation of lactic acid was detected in experimental samples, especially with mixed starter cultures. The results of the examination of the content of volatile fatty acids show that during the process of drying in all of the samples an increase in the value was observed, even a more intensive one in the test samples.

Keywords: meat products, starter cultures, pH, volatile fatty acids.

Introduction

One of the promising directions in the production of meat products is the use of biologically active substances, products of vital activity of beneficial microorganisms. Determined that, applied microorganisms in the form of starter cultures under the action of enzymes forming compounds which enhance the sensory characteristics of the meat products must be phenotypically and genotypically characterized, including technological, safety and probiotic features (Ammor and Mayo, 2007; Arihara, 2006; Buckenhuiskes, 1993; Demeyer and Toldra, 2004).

One of the criteria in the selection of microorganisms for starter cultures is the degree of influence on the taste-aromatic characteristics of the finished product in terms of intensifying production technology. Most of lactic acid bacteria meet these criteria which are biological prerequisite for the formation properties of the sausages as a food product, and is also manifested as conserved factor (Patarata

et al., 2008; Pennacchia et al., 2004; Schillinger et al., 1996).

Lactic acid bacteria produce biochemical changes in the main components of the meat, accompanied by the formation of compounds that determine the taste, smell, texture; positive change in the physicochemical parameters of the filling; inhibiting the growth of harmful pathogenic microorganisms by the formation of different substances having antimicrobial activity (Danielsen and Wind, 2003; Dellaglio et al., 1996).

The purpose of this work is to investigate the possibility of optimizing the production process of boiled-smoked sausages using starter cultures of lactic acid bacteria.

Materials and Methods

In the experimental work pure cultures *Lactobacillus plantarum* (*L₆*) and *Bifidobacterium longum* (*B₂*) were used. Strains were provided by a

¹University "Prof. dr. A. Zlatarov", College of Tourism, Prof. Yakimov 1, 8000 Burgas, Republic of Bulgaria;

²University of Food Technologies, Faculty of Food Technology, Bulevar Marica 23, 3200 Plovdiv, Repulic of Bulgaria;

³University Goce Delcev, Faculty of Agriculture, Krste Misirkov bb, 2000 Stip, Republic of Macedonia;

⁴University Goce Delcev Faculty of Technology, Krste Misirkov bb Stip Republic of Macedonia.

private laboratory for analysis and control of food – Burgas. *L.plantarum* (L_6) was isolated from raw-cured sausage „Lukanka”, and *B. longum* (B_2) from yogurt, to which it was added as a probiotic. On the basis of previous studies it was found the two strains meet the criteria necessary for their use as starter cultures alone and as combination starters.

The two types of starter were used: pure cultures *Bifidobacterium longum* (B_2), and mixed cultures *Bifidobacterium longum* (B_2) and *Lactobacillus plantarum* (L_6), ratio 2 : 1. Activation of the dry bacterial preparation was done in skimmed milk, sterilized at 121°C for 13 min and cooled to 37°C. The amount of 0,1g was imported to 1l. The soured milk was left in a thermostat at 37°C, until the acidity 60–65°C and compression. Mixture was cooled to 5°C.

To study their impact on the course of the process, 10 kg model product of cooked smoked durable sausage „Burgas” was produced. For the preparation of 100 kg we used the following: beef meat first category 20 kg, veal meat first category 20 kg, pork lean meat first category 10 kg, semi-fatty pork meat second category 50 kg, NaCl 2.00 kg, sodium nitrite 0.005 kg, 0.050 kg ascorbic acid, sodium tripolyphosphate 0.100 kg.

Unlike traditional technology, according to which the aged bovine meat is minced in wolf machine and together with salting material is left to mature 2–3 days at 2–3°C, in the modelling product that was done for six hours in the process of drying under the influence of starter culture. First category of beef and veal meat were cutting-on the established technology for pratt for durable boiled – smoked sausages.

Then salting materials were added as well as pork lean meat (first and second category) cut in the particle size of 4 mm. Finally, the liquid starter culture was added in an amount of 5% with concentration of about 10 log (cfu/ml). The control sample without yeast was prepared. The produced sausage mass had to be filled tightly with hydraulic machine. The sausages were drained at 20°C for 6 hours and subjected to standard heat treatment including glowing, cooking, smoking. Drying was carried out at 20–25°C and a relative humidity (RV) of 75–80% and a decrease of water content determined according to the requirements of the standards. The number of lactobacilli and bifidobacteria in the filling was determined by plating respectively in MRS agar (Biokar Diagnostics, 089) and Bifidobacteria Selective Count Agar Base (BSC Propionate Agar Base).

The pH was measured using an automatic pH meter (model 2002 Microsyst, Crison), content of lactic acid was measured according to AOAC

(1995). To establish the ability of test starter culture *L. plantarum* (L_6) to form the volatile fatty acids, a modified method Halvarson (1972) was used. The determination of the amount of free volatile fatty acids (VFA) was based on extraction from the test and control samples by steam distillation. The aqueous distillate was dried on a rotary evaporator. Subsequently, the methylation of the sample was determined

by the method of Hartman and Lago (1973), the amount of free volatile fatty acids by means of a gas chromatograph – Fractovap 2407 T, Karlo Erba, Italy.

Statistical data processing was performed by software STATPLUS 2009, including the two-way analysis of variance. To compare the average of the samples for multiple comparisons Duncan test was used for the likelihood of a statistically significant difference $p < 0.05$.

Results and Discussion

Microbiological analysis and starter culture growth

In the production of sausages biochemical and microbiological processes play important roles. Changes during these processes depend on the presence and growth of the beneficial bacteria. At present time sufficient material on use of lactic acid sticks of *L. plantarum* in the production of sausages and their positive role on the biochemical processes has been accumulated. Lactic acid bacteria initiate rapid acidification of the raw material. Recently, new starter cultures of lactic acid bacteria with an industrially important functionality are being developed. The latter can contribute to the microbial safety or offer one or more organoleptic, technological, nutritional, or health advantages (Leroy et al., 2006).

There is a lack of basic information about the use of bifidobacteria in sausage production. The study focusing on the use bifidobacteria in sausage production has a certain interest. Therefore, in the series of experiments the dynamics of a mixed starter cultures during the sausage production were studied (drying phase). These changes are presented in Figure 1.

Analysis of the results showed increase in the number of lactobacilli and bifidobacteria. After 6 hours the amount of cells of *B. longum* (B_2) was a 8 log (cfu/g), and on *L. plantarum* (L_6) – 7 log (cfu/g) [colony-forming units]. In the liquid starter culture microorganisms were in the phase of intensive growth, which contributed to rapid multiplication of cells in the sausage table at the beginning of draining. This resulted in a considerable shortening of the process. The results give a reason

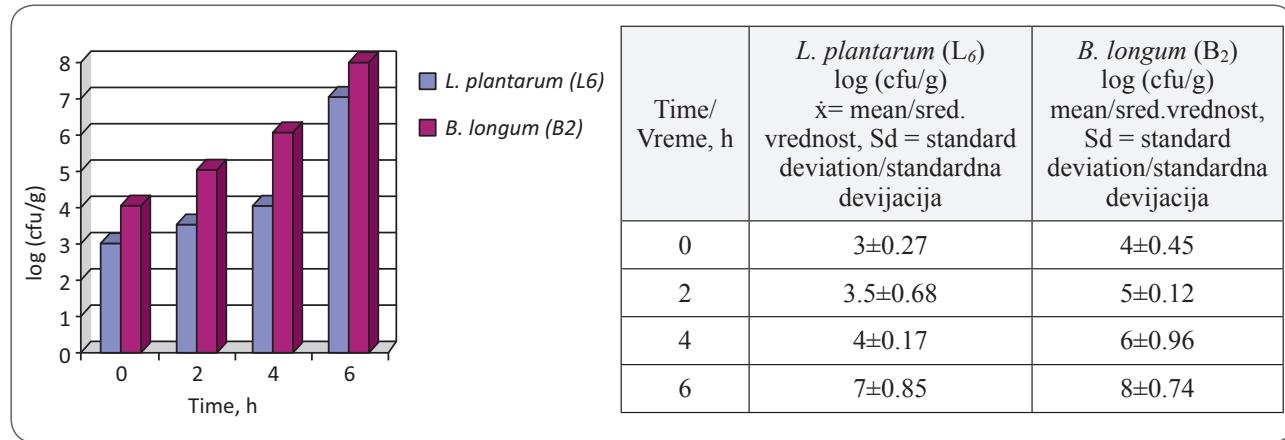


Figure 1: Dynamics of growth of different starter culture microorganisms in the filling mass during the drying phase, n = 6

Figura 1: Dinamika rasta mikroorganizma iz različitih starter kultura u punjenu masu pri sušenju, n = 6

to assume that the sausage mass is a favourable environment for the development of microorganisms from the combined starter culture. Probably anaerobic conditions after filling, favour the intensive growth of *B. longum* (B₂).

Effect of starter culture on the change of pH value in the process of drying

The ripening process after filling has a major impact on the quality of the final product. A number of different microbial, chemical (tissue enzymes) and physical processes trigger a change in the pH value, dehydrate the sausage meat and produce the

red color, aroma and texture of the sausage. The influence of lactic acid bacteria on the disintegration of glycogen and carbohydrate fermentation with lactic acid is typical process in the maturation of the filling mass. Objective indicator of the flow of lactic fermentation in the sausage mass is changing of pH value. For increasing the enzyme activity of the microorganisms, draining and drying are conducted at a temperature of 20°C (Vuyst et al., 2008; Toldra, 2006; Erkkilä et al., 2001).

The amount of lactic acid mainly depends on pH value and conditions for subsequent microbiological and biochemical processes. The obtained experimental results are presented in Figure 2.

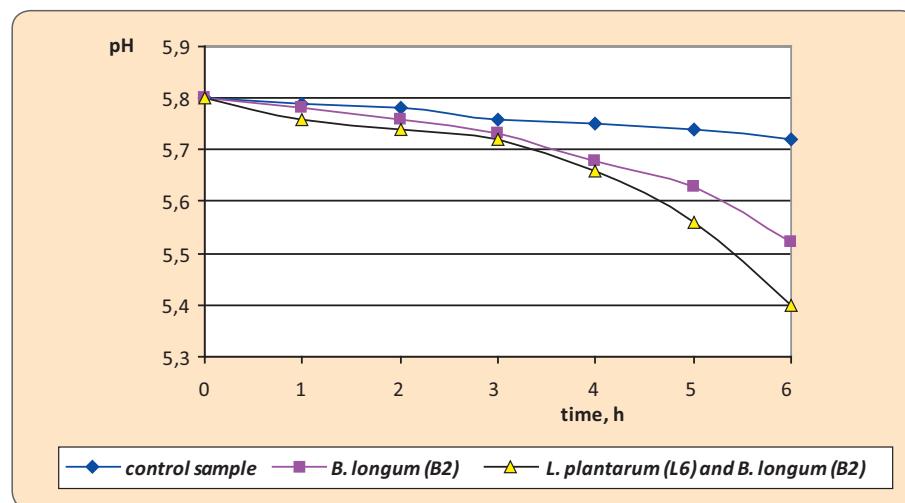


Figure 2. Influence of pH value and time on different starter cultures of the filling mass during the drying process

Figura 2. Uticaj pH vrednosti i vremena na različitim starter kultura na napunjenu masu pri sušenju

Legend/Legenda: Control sample/Kontrolni uzorak; B. Longum; L. Plantarum (L₆) and B. Longum (B₂)/B. Longum; L. Plantarum (L₆) i B. Longum (B₂)

From the results it can be concluded that the minimum pH value coincide with the period of intensive growth of microorganisms in the starter culture. The results show that there were significant differences ($p < 0.05$) in pH values between the test samples and the control sample, which was produced without starter culture. Furthermore, pH values also depended on the composition of the starter culture. In the test sample with a combined starter culture lowering of pH to the optimum value of 5.4 was achieved within 6 hours. About at the same time pH value in the sample *B. longum* (B_2) was 5.52 while in control it was 5.72.

The pH of the control sample reached the value of 5.4 only just after 24 hours. In the process of drying the dynamics of change of pH has a critical significance. The change of pH value is characterized by two features: the rate of decrease of the pH value during the period of drying and the minimum pH value. If the pH value is not low enough, then the lactic acid fermentation is embarrassed. This favors the development of pathogenic microflora.

The drastic reduction of pH below 5.3 is evidence of too intense process of lactic acid fermentation, which can cause a sour taste of the filling mass. Since they have low marginal acidity, bifidobacteria appear to be pH regulator in filling mass during drying process and prevent the emergence of an acid taste.

Effect of starter culture on the content of lactic acid and volatile fatty acids in the filling mass during drying process

One of the requirements for the starter cultures for the sausage is to produce substances which improve the organoleptic properties of the product. The accumulation in the medium and the production of non-volatile organic acids, in particular lactic acid, volatile fatty acids, amino acids, is associated with the formation of a specific odour and taste of sausages (Pidcock et al., 2002; Moyanos et al., 2008; Ammor and Mayo, 2007). In this regard was investigated changing the amount of lactic acid in the drying process. The results are presented in Figure 3.

The results obtained show a more intense formation of lactic acid in the test sample ($p < 0.05$). After 6 hours drying of lactic acid using a combined starter culture was 1250 mg/100 g *B. longum* (B_2) – 1100 mg/100 g, and in the control – only 710 mg/100 g. The reason for this probably is the influence of the starter culture on the rate of decomposition of glycogen in meat to lactic acid. Homofermentative lactic acid bacteria *L. plantarum* (L_6) ferment carbohydrates to about 95% lactic acid. One of the main products of the metabolism of bifidobacteria after fermentation of carbohydrates is also lactic acid. Formed lactic acid favourably affects the texture and the glue of the filling mass (Vuyst et al., 2008; Toldra, 2006; Leroy et al., 2006).

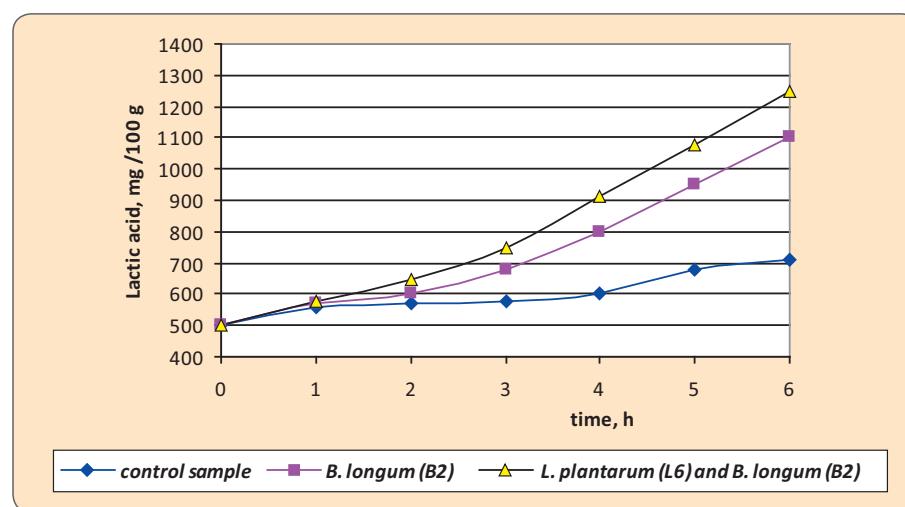


Figure 3. Effect of different starter cultures on the formation of lactic acid associated with time in the filling mass during the drying process

Figura 3. Efekat različitih starter kultura na formiranju mlečne kiseline povezano sa vremenom u punjenu masu pri sušenju

Legend/Legenda: Control sample/Kontrolni uzorak; *B. Longum*; *L. Plantarum* (L_6) and *B. Longum* (B_2)/*B. Longum*; *L. Plantarum* (L_6) i *B. Longum* (B_2)

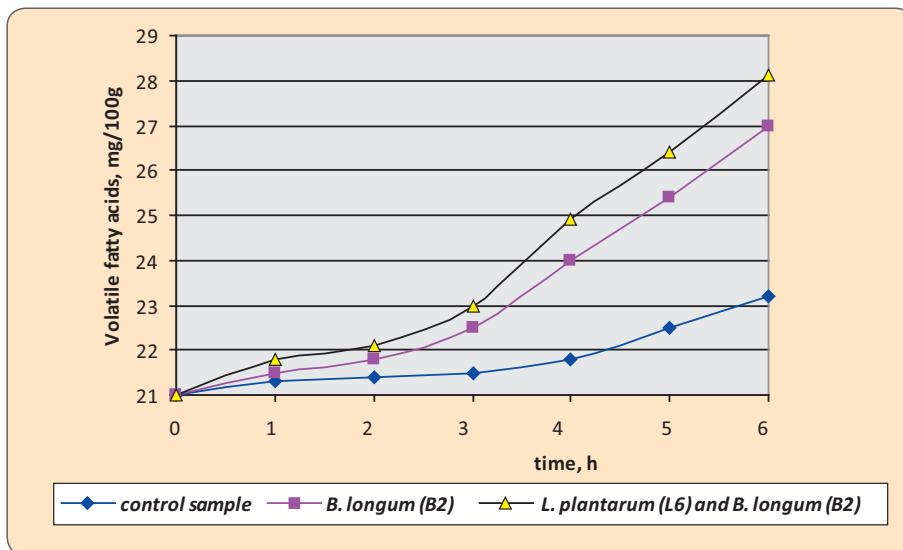


Figure 4. Effect of different starter cultures on the formation of volatile fatty acids associated with time in the filling mass during the drying process

Figura 4. Efekat različitih starter kultura na formiranju isparljivih masnih kiselina povezano sa vremenom u punjenu masu pri sušenju

Legend/Legenda: Control sample/Kontrolni uzorak; B. Longum; L. Plantarum (L_6) and B. Longum (B_2)/B. Longum; L. Plantarum (L_6) i B. Longum (B_2)

In the following series of tests, the characteristics of the dynamics of accumulation of volatile fatty acids during drying were examined. The results of this study are presented in Figure 4 and Table 1.

During the drying process, the values in all samples showed an increase in the volatile fatty acids content, while it was more intensive in the test samples ($p < 0.05$). This is probably due to the influence of the starter culture on the biochemical and physico-chemical processes associated with deamination

of the amino acids, the oxidation of carbohydrates and carbonyl compounds. Moreover, the microorganisms involved in the starter culture are capable of producing volatile fatty acids. The quantitative results from the content of the individual volatile fatty acids are presented in the Table 1.

The values are averages of three measurements for a given indicator for the sample.

The constant accumulation of different volatile fatty acids in all the samples during the drying

Table 1: Content of volatile fatty acids in boiled-smoked sausages depending on the time and different starter cultures during the drying process, $n = 3$

Tabela 1: Sadržaj isparljivih masnih kiselina u kuvano-dimljenih kobasica u zavisnosti od vremena i različitih starter kultura u procesu sušenja, $n = 3$

Volatile fatty acids/ Isparljive masne kiseline mg/100 g	Duration of drying/Trajanje sušenja, h								
	<i>L. plantarum</i> (L_6) <i>B. longum</i> (B_2)			<i>B. longum</i> (B_2)			Control sample/ Kontrolni uzorak		
	2	4	6	2	4	6	2	4	6
Formic/Mravlja	4.42	9.20	13.90	3.62	7.80	12.60	2.20	6.60	9.80
Acetic/Sirćetna	18.04	23.80	32.58	16.02	21.55	28.81	15.7	20.00	24.45
Propionic/Propionska	2.72	5.30	6.02	2.60	4.43	5.16	2.45	4.32	4.73
Butyric/Buterna	0.42	0.814	1.41	0.46	0.739	1.162	0.453	0.715	1.17
Isovaleric/3-izovalerinska	0.081	0.102	5.20	0.066	0.892	4.94	0.056	0.825	3.582
Valeric/Valerinska	0.072	0.917	1.23	0.060	0.855	1.07	0.058	0.826	0.78
Capronic/Kapronska	0.074	0.84	2.62	0.075	0.713	2.41	0.072	0.968	1.17

process can be observed. But in experience, this process is accelerated and is determined by the starter culture and their production of volatile fatty acids.

The results show that the added combined starter culture in the filling mass was a essential factor for the formation of lactic acid and volatile fatty acids in the filling of the test samples ($p < 0.05$).

Conclusion

The experimental results justify the statement that the filling mass is a favorable environment for the development of starter cultures, which is a

prerequisite for accelerating the biochemical processes in drying sausages and reduce production time. The content of lactic acid and volatile fatty acids increased significantly in the test pieces produced by the starter culture, especially in combination. This contributes helps to improves the sweet-taste one of the main sensory characteristics of the product. It should be noted that under the influence of imported starter culture a decrease of the pH during the initial process of drying was recorded. As it is known, this fact plays a crucial role in the specific formation and the colour of the meat products.

References

- AOAC, 1995.** Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 11thed., Washington, D. C.
- Ammor S., Mayo B., 2007.** Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production. *Meat Science*, 76, 138–146.
- Arihara K., 2006.** Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Science*, 74, 219–229.
- Buckenhüskes H. J., 1993.** Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as starter cultures for various food commodities. *FEMS Microbiology Reviews*, 12, 253–272.
- Danielsen M., Wind A., 2003.** Susceptibility of *Lactobacillus* spp. to antimicrobial agents. *International Journal of Food Microbiology*, 82, 1–11.
- Dellaglio S., Casiraghi E., Pompei C. 1996.** Chemical, Physical and Sensory attributes for the Characterization of an Italian Dry-cured Sausage. *Meat Science*, 42, 1, 25–35.
- Demeyer D. I., and F. Toldra., 2004.** Fermentation. In Encyclopedia of meat sciences, eds. W. Jensen, C. Devine, and M. Dikemann, 467–474, London, Elsevier Science.
- Erkkilä S., Petäjä E., Eerola S., Lilleberg L., Mattila-Sandholm T., Suihko M. L., 2001.** Flavor profiles of dry sausages fermented by selected novel meat starter cultures. *Meat Science*, 58, 111–116.
- Halvarson H., 1972.** A procedure for isolation and quantitative determination of volatile fatty acids from meat products. *Journal Food Science*, 37, 136.
- Hartman L., Lago R. C. A., 1973.** Rapid preparation of fatty acid methyl from lipids. *Laboratory Practice*, London, 22, 3, 475–473.
- Moyanos R., Martin A., Benito M. G., 2008.** Screening of lactic acid bacteria and bifidobacteria for potential probiotic use in iberian dry fermented sausage. *Meat Science*, 80, 715–721.
- Leroy F., Verluyten J., Vuyst L., 2006.** Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 106, 270 – 285.
- Patarata L., Judas I., Silva J.A., Esteves A., Martins C., 2008.** A comparison of the physicochemical and sensory characteristics of alheira samples from different-sized producers. *Meat Science*, 79, 131–138.
- Pennacchia C., Ercolini D., Blaiotta G., Pepe O., Maurielo G., Villani F., 2004.** Selection of *Lactobacillus* strains from fermented sausages for their potential use as probiotics. *Meat Science*, 67, 309–317.
- Pidcock K., Heard G.M., Henriksson A., 2002.** Application of nontraditional meat starter cultures in production of Hungarian salami. *International Journal of Food Microbiology*, 76, 75–81.
- Rivera-Espinoza Y., Gallardo-Navarro Y., 2010.** Non dairy probiotic products. *International Journal of Food Microbiology*, 27, 1–11.
- Schillinger U., Geisen R., Holzapfel W. H., 1996.** Potential of antagonistic microorganisms and bacteriocins for the biological preservation of foods. *Trends in Food Science Technology*, 7, 158–164.
- Toldra. F., 2006.** Biochemistry of fermented meat. In Food biochemistry and food processing. Eds. Y. H. Hui, W. K. K. Nip, M. L. Nollet, G. Paliyath, and B. K. Simpson. 641–658. Ames, IA: Blackwell Publishing.
- Vuyst L.D., Falony G., Leroy F., 2008.** Probiotics in fermented sausages. *Meat Science*, 80, 75–78.

Uticaj starter culture na pH i sadržaj mlečne i isparljivih kiselina u kuvano-dimljenim kobasicama

Indzhelieva Dijana, Valkova-Jorgova Katja, Kuzelov Aco, Andronikov Darko

R e z i m e: U ovom radu je istraživan uticaj starter kultura mlečnokiselinskih bakterija kao faktor povećanja kvaliteta i intenziviranje procesa proizvodnje u trajnim kuvano – dimljenim kobasicama, tipa Burgas. S tim u vezi je ispitani razvoj starter kultura u nadevu, njihovoj ulozi u promeni vrednosti pH, sadržaja mlečne kiseline i isparljivih masnih kiselina. U ovoj studiji smo koristili dve vrste starter kultura: a. monokultura *Bifidobacterium longum* (*B₂*) i b. kombinovanih kultura *Bifidobacterium longum* (*B₂*) i *Lactobacillus plantarum* (*L₆*), – u odnosu 2 : 1. Za ispitivanje njihovog uticaja na stimulaciju tehnološkog procesa proizveli smo 10 kg modelni proizvod na bareno-dimljenu trajnu kobasicu. U procesu ceđenja i sušenja zabeležio se porast broja laktobacila i bifidobakterija. Rezultati ispitivanja pH vrednosti pokazuju da minimalna vrednost pH je u periodu intenzivnog razvijanja mikroorganizama iz starter kultura. Vrednosti pH zavise i od sastava starter kultura. Vrednosti pH brže opadaju u eksperimentalnim uzorcima sa mešanim starter kulturama. Ispitivanja u odnosu promena količine mlečne kiseline su pokazala intenzivnije formiranje mlečne kiseline u eksperimentalnim uzorcima posebno sa mešanim starter kulturama. U procesu sušenja u svim eksperimentalnim uzorcima se primećuje povećanje sadržaja isparljivih masnih kiselina, s tim što u optinim uzorcima to povećanje je intenzivnije.

Ključne reči: mesne prerađevine, starter kultura, pH, isparljive masne kiseline.

Paper received: 24.03.2015.

Paper corrected: 23.07.2015.

Paper accepted: 24.07.2015.

High efficiency of supercritical rosemary extract in long term oxidative stabilization of pork liver pâté

Ivanović Jasna¹, Saičić Snežana², Milanović-Stevanović Mirjana², Petrović Nada³, Žižović Irena¹, Petrović Slobodan¹

Abstract: The study was aimed to investigate potential of supercritical extract of rosemary (RSE) in the long term oxidative stabilization of pork liver pâté (five years). Determination of peroxide value (PV) and thiobarbituric acid (TBA) assay were used to assess and compare lipid deterioration in pâté samples containing the same content of RSE, butylated hydroxyanisole (BHA) and commercial rosemary antioxidant Flavor'Plus (FP). The first evidence of primary oxidation was reported after five years in all the samples except in those containing low concentrations of RSE (200-500 mg/kg) and FP (500 mg/kg). Increasing concentration of the RSE in pâté (1000 mg/kg) resulted in the lower efficiency in preventing primary oxidation of lipids (PV=0.27 meq/kg). The BHA was reported for the lowest efficiency among tested antioxidants (PV=0.26-0.3 meq/kg). The TBA assay showed no evidence of secondary oxidation products in all the samples due to insufficient amount of formed peroxides. General chemical composition of the pâté samples after five years was not significantly different from the initial one. Since RSE is isolated and deodorized using supercritical fluid technology it doesn't contain traces of organic solvents. For that reason, the RSE would provide an added value to commercial liver pâté due to both natural origin and potential bioactive properties.

Key words: Supercritical rosemary extract; Liver pâté; Compositional analysis; Oxidative stabilization; Peroxide value.

Introduction

Lipid oxidation, as one of the major causes of chemical spoilage of food, leads to the formation of off-flavors and reduces nutritional quality. Process of lipid oxidation adversely affects food safety due to formation of reactive oxygen species (ROS), which have been related to carcinogenesis, inflammation, early aging and cardiovascular diseases (Siddhuraju and Becker 2003). The addition of antioxidants is one of the processes currently used to increase the resistance to lipid deterioration in foods at the industrial level (Silva *et al.*, 2001).

Synthetic antioxidants (i.e., butylated hydroxytoluene (BHT), butylated hydroxyanisole (BHA), tertiary butylhydroquinone (TBHQ), etc.) widely used for prevention of lipid oxidation in foods, have been already prohibited in many countries due to recent suspicion of their undesirable long-term toxicological effects, including carcinogenicity (Shahidi

and Zhong, 2005). Increasing resistance of consumers to usage of synthetic additives and their requirements for high added value foods have additionally stimulated the search and evaluation of natural compounds with antioxidant properties (Yanishlieva *et al.*, 2006; Caldera *et al.*, 2012; Skotti *et al.*, 2014).

Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L) represents one of the most effective spices widely used in food processing. The extracts isolated from rosemary leaves are the only commercially available herbal extracts for use as natural alternatives to synthetic food antioxidants in Europe and the United States (Yanishlieva *et al.*, 2006). Antioxidant properties of rosemary extracts are mainly associated with the presence of phenolic diterpenes such as carnosol, rosmanol, carnosic acid, methyl carnosate, and phenolic acids such as rosmarinic acid (Yanishlieva *et al.*, 2006; Babovic and Petrović, 2011).

Rosemary essential oil was reported to have better efficiency than BHT in inhibition of oxidative

Acknowledgments: The authors gratefully acknowledge financial support from the Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia, Project No III45017 and III 46009.

¹University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, Karnegijeva 4, 11000 Belgrade, Republic of Serbia;

²Institute of Meat Hygiene and Technology, Kaćanskog 13, 11000 Belgrade, Republic of Serbia;

³Singidunum University, Faculty of Applied Ecology, "Futura", Požeška 83a, 11000 Belgrade, Republic of Serbia.

Corresponding author: Ivanović Jasna, jasnai@tmf.bg.ac.rs

Table 1. Literature review on the efficiency of the supercritical rosemary extracts in oxidative stabilization of various food systems

Tabela 1. Pregled literature o efikasnosti superkriticnih ekstrakata ruzmarina u oksidativnoj stabilizaciji različitih sistema hrane

SC-CO ₂ conditions/ SC-CO ₂ uslovi	Substrate/ Supstrat	SFE or CA content/ Sadržaj SFE ili CA (mg/kg) ^a	Time/Temperature Vreme/Temperatura	Antioxidant efficiency/ Antioksidantska efikasnost	Reference/ Literatura
35 MPa; 100°C	Sunflower oil/ <i>Suncokretovo ulje</i>	200	6-12 h / 98°C	PV: SFE > BHA > Flavor' Plus TM	(Babović, Žžović, et al., 2010b)
50 MPa; 100°C	Prime steam lard/ <i>mast</i> ; Canola oil/ <i>Ulje repice</i> ; margarine/ <i>margarin</i> ; Beef/pork sausage/ <i>Govede/svinjske</i> <i>kobasice</i>	300-1000	18 h / 100°C	PV: SFE > BHA:BHT	(Nguyen et al., 1991)
30 MPa; 40°C	“Ultra-high” ω3 concentrates (80%) from fish oils as TAG or EE/ „Ultra-visoke“ ω3 koncentrati (80%) iz ribljih ulja TAG ili EE	500	50 days (<i>dana</i>) / 50–90°C	Rancimat test, <i>p</i> -AnV, PV:SFE+ TOC > SFE ≈ TOC	(Martín et al. 2012)
35 MPa; 100°C; 5% MeOH	Wheat germ oil/ <i>Ulje pšeničnih klica</i>	100	10 days (<i>dana</i>) / 50°C	PV: SFE > CSE <i>p</i> -AnV: SFE > CSE	(Celiktas et al. 2007)
20-30 MPa; 40-80°C	Coconut oil/ <i>Kokosovo ulje</i>	140	3.5 h / 70°C	SFE > CSE > BHT	(Caldera et al. 2012)
10-20 MPa; 35-60°C	Sunflower oil/ <i>Suncokretovo ulje</i>	200 (CA) 763-802 (SFE)	11 days (<i>dana</i>) / 98°C	PV: SFE > CSE	(Hadolin et al. 2004)
CRE (4-20% CA)	Hazelnuts hackled/ <i>Lešnici</i>	40-80 ppm CA (1000-10 000 mg SFE/kg)	50-800 days (<i>dana</i>) / ambiental-80°C	PV: SFE (80 ppm CA)> RSE (40 ppm CA) Rancidity test: SFE(80 ppm CA)> RSE (60 ppm CA)	(Grüner- Richter et al. 2012)
CRE RAPS GmbH & Co. (Kulmbach, Germany).	Frozen beef burgers/ <i>Zamrznuti govedi</i> <i>burgeri</i>	200	180 days (<i>dana</i>) / -18°C	PV and TBA: RSE+CHI>TOC+CHI> CHI >RSE>TOC	(Georgantelis et al. 2007)

Legend/Legenda: ^aper kg of fat; SFE-supercritical fluid extract; CSE-conventional solvent extract; CRE-commercial SFE. AA-ascorbic acid; BHA:BHT-mixture (1:1); CA-carnosic acid; CHI-chitosan; FP-Flavor' PlusTM; TOC- α -tocopherol; TAG-triacylglycerols; EE-ethyl esters; *p*-AnV-*p*-anisidine value; PV-peroxide value; TBA-Thiobarbituric Acid Assay/^apo kg masti; SFE-supercriticalni ekstrakt fluid; CSE – konvencionalni ekstrakt rastvarač; CRE – komercijalni SFE. AA-askorbinska kiselina; BHA: BHT-mešavina (1: 1); CA – karnozinska kiselina; Chi-Chitosan; FP-Flavor' PlusTM; TOC- α -tokoferol; Tag-triacilglicerini; EE – etil estri; *p*-ANV-*P*-anizidina vrednost; PV-peroksidna vrednost; TBA-thiobarbiturna kiselina test.

deterioration of fats and proteins in refrigerated stored liver pâté (Estévez et al. 2007). Recent study of (Makri, 2013) indicated high potential of rosemary essential oil in the inhibition of oxidation in minced gilthead sea bream muscle up to three months at concentration of 500 mg/kg at -22°C. Rosemary extracts

obtained by conventional extraction with different organic solvents (including commercial ones), alone or in the combination with synthetic antioxidants, were reported to have high efficiency in oxidative stabilization of walnut oil under different storage conditions (Martínez et al., 2013), vacuum-packed

chicken frankfurters (*Rižnar et al.*, 2006), refrigerated retail packaged beef (*McBride et al.*, 2007), frozen and precooked-frozen pork sausages (*Sebranek et al.*, 2005), retail packed patties (*Formanek et al.*, 2001), frozen beef patties (*Thongtan et al.*, 2005), frozen cooked sea bream (*Özyurt et al.*, 2010), dehydrated chicken meat at room temperature (*Nissen et al.*, 2000), refrigerated lamb meat fillets (*Ortuño et al.*, 2014) and edible vegetable oil (*Chen et al.*, 2014; *Cordeiro et al.*, 2013; *Urbančić et al.*, 2014).

When it comes to the production and utilization of alternative antioxidants from natural sources, the food industry faces strict regulations and complies with measures for safety, reliability, and standardization of natural product (*Shahidi & Zhong*, 2005). Firstly, plant extracts for potential use as food antioxidants should have sufficient antioxidant activity to allow usage at levels equivalent to recommended concentrations of synthetic antioxidants (for meat products: 100-400 mg/kg of fat) without influencing sensory characteristics and food safety. Use of both, natural or synthetic antioxidants, is limited not just due to economic and technological reasons but also because of their physicochemical characteristics (e.g., solubility) and toxicological profiles (*Silva et al.*, 2001).

In order to achieve similar or stronger antioxidant activity compared to synthetic food antioxidants (i.e., Ascorbylpalmitate, BHA, BHT, TBHQ, Octylgallate, α -tocopherol) the amount of added rosemary extracts (isolated with organic solvents) or essential oil in aforementioned studies (*Formanek et al.*, 2001; *Georgantelis et al.*, 2007; *McBride et al.*, 2007; *Estévez et al.*, 2007; *Cordeiro et al.*, 2013; *Martínez et al.*, 2013; *Chen et al.*, 2014) was 3.3-25 times higher in comparison to synthetic antioxidants. Recent studies also indicate that the addition of rosemary essential oil despite its antioxidant activity greatly influences the aromatic profile of the products since some volatile components of these essential oils were terpenes which contribute to specific aromatic notes (*Estévez et al.*, 2007; *Estévez et al.*, 2004; *Olmedo et al.*, 2013). Solvent extraction which is generally used for the extraction of antioxidants from plant material has many drawbacks, including antioxidant transformation, low selectivity and extraction of solvent residues which are often prohibited by food regulations.

Extraction with supercritical CO_2 is environmentally friendly technology which enables isolation of solvent free extracts suitable for applications in food. Since the CO_2 selectivity can be adjusted by tuning pressure/temperature conditions, this property can be used to concentrate antioxidant compounds (antioxidant activity improvement) and/or to remove

volatiles (dearomatization) of extracts for potential use as food antioxidants (*Babovic and Petrović*, 2011; *Babovic et al.*, 2010a; *Ivanovic et al.*, 2009).

Supercritical CO_2 extract of rosemary isolated at 34.5 MPa and 80°C has been reported for stronger scavenger activity against free DPPH in comparison to BHA, Trolox and ascorbic acid of same dosages (*Peng et al.*, 2007). Our recent study also proved superior scavenging activity of rosemary, sage and hyssop supercritical extracts isolated at 35 MPa and 100°C against free hydroxyl radicals compared to BHA at same concentrations (*Babovic et al.*, 2010a). Several other studies have also indicated superiority of the supercritical rosemary extracts over synthetic antioxidants (BHA and BHT), commercial rosemary antioxidant and conventional rosemary extract in oxidative stabilization of various types of foods alone or in combination with commercial antioxidants (Table 1).

As can be seen from Table 1, there is scant data on efficiency of rosemary supercritical extract in long term oxidative stabilization (several months to more than one year) of foods (*Grüner-Richter et al.*, 2012; *Martín et al.*, 2012). Apparently, no data on efficiency of supercritical rosemary extract on the long term oxidative stability of meat products is available.

Pork liver pâté is a very popular and cheap cooked meat product manufactured and consumed all around the world. It is made of minced by-products from meat industry (back fat, liver and, sometimes, low category meat) mixed with water and several seasonings added (i.e., spices, curing salt, brandy, etc.) according to the recipe of a manufacturer. Due to high amounts of fat and non-heme iron as well as manufacturing process itself, liver pâté is highly susceptible to lipid oxidation (*Lorenzo and Pateiro*, 2013).

The main goal of the present work was to investigate the efficiency of supercritical rosemary extract in oxidative stabilization of liver pâté over five years and to compare it with commercially available rosemary antioxidant Flavor'Plus (FP) and BHA (E 320).

Materials and Methods

Materials and chemicals

Rosemary extract (RSE) was isolated and deodorized using supercritical carbon dioxide fractional extraction (*Babovic et al.*, 2010), making it sensory suitable for use in food (*Babović and Petrović*, 2011). Essential oil fraction rich in volatiles was extracted first at pressure of 11.5 MPa and temperature of 40°C. Extraction of antioxidant fraction followed at pressure of 35 MPa and temperature of 100°C.

Commercial rosemary antioxidant Flavor'Plus™ (FP) purchased from Naturex (Avignon, France) and butylated hydroxyanisole (BHA) purchased from Sigma Chemical Co., St. Louis, USA were used as positive controls in comparative analysis of efficiency in oxidative stabilization of liver pâtés. All the reagents used for determination of chemical composition of pâtés and oxidative stability were analytical grade (p.a.) and purchased from Merck (Darmstadt, Germany).

Preparation of liver pâté

Experimental conditions for preparation of liver pâté were similar to those used for preparation of the commercial products. Liver pâté (10 kg) was prepared using pork head meat and trimmings (25.02%), solid fat (32.72), soup (28.87%), pork liver (9.62%), soybean flour (1.92%), sodium chloride (1.45%), sodium nitrite (0.009%), flavoring mixture (0.38%). Meat and fat were boiled in water for 1.5 h at 80°C, and then milled in a blender, with the addition of other ingredients to obtain a homogenous emulsion.

After cooking, the resulting slurry was divided into experimental groups, which were supplemented with 200 mg, 500 mg and 1000 mg of tested antioxidants per kg of fat. Antioxidants were dissolved in sunflower oil prior to their supplementation to pâté in order to provide homogeneous mixing. Concentrations of the antioxidants have been chosen in accordance with Codex General Standard for Food Additives (GSFA) provisions for BHA (E 320) in meat and meat products and EFSA (European Food Safety Authority) opinion on use of rosemary extracts as a food additive (EFSA, 2008).

Samples of pâté were filled into hermetically aluminum cans (\approx 150g) and sterilized in the autoclave at a temperature of 120°C for 15 min. Canning represents the oldest and most important means of preparing ambient stable, long shelf-life foods. In practice, the long storage meat products filled in sealed containers are exposed to temperatures above 100°C in order to inactivate/kill the most heat resistant bacterial microorganisms, such as the spores of *Bacillus* and *Clostridium*. After cooling, the pâté samples were stored at room temperature ($20 \pm 2^\circ\text{C}$) and analyzed at regular intervals of storage (once per year).

General composition analysis

General composition analysis of liver pâté was determined using standard ISO methods. The protein content in liver pâté samples ($N \times 6.25$) was determined by the Kjeldahl method using the Kjeltec 8400 Analyzer Unit (Foss, Sweden). Moisture

content was determined by drying samples at $103 \pm 2^\circ\text{C}$ to the constant mass (ISO 1442:1997). Total fat content was determined by extraction of weighted amount of liver pâté samples with petroleum ether (30–50°C b.p.) in a Soxhlet apparatus, after acid hydrolysis of the sample (ISO 1443:1973).

Standardized procedure (AOAC, 1984) was used to determine sodium chloride content in the tested pâté samples. Samples were acidified with concentrated nitric acid and 0.1 M silver nitrate is added in excess. This excess of silver nitrate was titrated with 0.1 M ammonium thiocyanate. Standardized procedure for determination of total ash in meat and meat products was used (ISO 936:1998). Testing samples were dried, carbonized and torrefied at $550 \pm 25^\circ\text{C}$ and subsequently weighted after cooling down.

Oxidative stability evaluation

Peroxide value (PV). Standardized procedure for determination of peroxide value (PV) for animal and vegetable fats and oils was applied (EN ISO 3960:2010). Lipids were extracted from the tested samples with chloroform. An aliquot of the extract was poured in solution containing acetic acid and isoctane and treated with potassium iodide solution. Released iodine was titrated with standard solution of sodium thiosulfate.

Thiobarbituric acid (TBA) assay. Lipid oxidation potential was assessed by determining of 2-thiobarbituric acid-reactive substances (TBARS) according to modified procedures described elsewhere (Tarlaldgis et al., 1960; Holland, 1971). It included extraction of malonaldehyde (MDA) with aqueous acidic solution from the samples (20 g) and addition of TBA in equivalent quantity of distillate. The resulting red color was measured using spectrophotometer JENWAY 6405 (Keison International Ltd., United Kingdom) at 530 nm. Absorbance readings versus concentration of MDA were plotted.

Statistical analysis

Each measurement was performed three times in duplicate for a total of six repetitions per sample. The mean value and standard deviation were calculated using the OriginPro 8 software (OriginLab Corporation, Northampton, MA, USA). A one-way ANOVA (analysis of variance) method followed by post hoc Tukey's test was used to evaluate the significant difference among various treatments with the criterion of $p < 0.05$. Pearson product moment correlation is used to assess linear correlation coefficients (r) among means.

Results and Discussion

Compositional analysis of liver pâtés

Initial chemical composition of liver pâté samples containing RSE, FP and BHA was investigated and compared to their composition after five years. Moisture, fat, protein, ash and sodium chloride contents in the tested samples of liver pâtés are given in Table 2.

The mean content of solid fat in all the samples was 28.97 % (initial) and 29.35% (after 5 years). Recent study of *Lorenzo and Pateiro* (2013) demonstrate higher potential of foal pâtés with 30% of pork back fat for consumer appeal, being healthier low-fat meat product with better physicochemical properties and higher oxidative stability in comparison to pâté with 40% of fat. Higher fat content (> 30%) has been recently correlated to lower protein content due to their oxidative deterioration in stored porcine liver pâté, chilled foal liver pâté and frozen beef patties (*Estévez et al.*, 2005; *Lorenzo and Pateiro*, 2013; *Utrera et al.*, 2014).

The relative change of the protein and fat content after five years has been presented in Fig. 1. Relative change of fat and protein in samples supplemented with RSE was lower than for samples containing BHA (Fig. 1). Minor relative change of the fat content in the samples with FP might be due to its hydrophilic nature and consequently to its lower solubility in fats in comparison to BHA and RSE. There was a strong correlation of the RSE concentration with the relative change of fat content ($r = 0.831$) and moderate correlation with the relative change of protein content ($r = 0.603$).

In accordance to the specification of the manufacturer, commercial water soluble rosemary antioxidant (FP) contained 45–55% of dry water-soluble rosemary extract with 4–5% of rosmarinic acid (active component), 20–35% polyethylene glycol and citric acid (pH of 10% solution is 4.1–4.5%). Detailed chemical composition of the RSE used in this study has been reported in our previous work (*Babovic et al.*, 2010a). The main compounds in the lyophilic RSE considered to be responsible for the antioxidant activity of RSE used in this study were

Table 2. General chemical composition of the liver pâtés containing RSE, FP and BHA*

Tabela 2. Opšti hemijski sastav jetrene paštete koji sadrže RSE, FP i BHA*

Sample/ Uzorak	Water/ Voda (%)		Proteins/ Protein (%)		Fat/ Mast (%)		Ash/ Pepeo (%)		NaCl (%)	
	Initial/ Početni	After 5 years/ 5 godina	Initial/ Početni	After 5 years/ 5 godina	Initial/ Početni	After 5 years/ 5 godina	Initial/ Početni	After 5 years/ 5 godina	Initial/ Početni	After 5 years/ 5 godina
RSE-I	56.71±0.11	56.62±0.01	6.98±0.11	7.07±0.03	28.98±0.10	29.23±0.06	2.10±0.01	2.08±0.01	1.51±0.04	1.38±0.03
RSE-II	56.48±0.11	56.20±0.32	7.05±0.04	7.22±0.04	28.84±0.07	29.43±0.04	2.10±0.03	2.08±0.04	1.41±0.01	1.31±0.01
RSE-III	56.44±0.25	56.125±0.29	7.20±0.07	7.22±0.05	29.21±0.06	29.84±0.07	2.11±0.03	1.85±0.03	1.42±0.03	1.32±0.03
FP-I	56.40±0.04	56.73±0.08	6.94±0.07	6.98±0.09	28.96±0.07	29.18±0.14	2.11±0.00	2.00±0.00	1.45±0.00	1.39±0.03
FP-II	56.39±0.11	55.96±0.30	6.99±0.11	7.22±0.04	29.30±0.07	29.10±0.04	2.10±0.01	1.96±0.01	1.41±0.03	1.36±0.04
FP-III	56.40±0.25	56.12±0.27	7.01±0.10	7.06±0.08	29.05±0.06	29.01±0.01	2.09±0.03	2.10±0.03	1.42±0.01	1.34±0.01
BHA-I	56.66±0.04	56.46±0.06	7.03±0.01	7.16±0.06	28.96±0.07	29.52±0.07	2.08±0.01	1.85±0.03	1.31±0.03	1.41±0.03
BHA-II	56.70±0.06	56.00±0.05	6.99±0.00	7.20±0.04	28.59±0.13	29.33±0.04	2.10±0.07	1.94±0.04	1.30±0.01	1.35±0.03
BHA-III	56.54±0.14	56.28±0.33	6.99±0.10	7.08±0.09	28.82±0.10	29.55±0.03	1.92±0.03	1.94±0.01	1.36±0.03	1.36±0.00

Legend/Legenda: RSE-rosemary supercritical extract; FP-Flavor'Plus™; BHA- Butylatedhydroxyanisole.; Concentration of antioxidant: I-200 mg/kg, II-500 mg/kg, and III-1000 mg/kg (calculated on the basis of the fat weight in liver pâté); For all analyses, mean differences in the same column are not significant at $p = 0.05$ level; *The results are expressed as the mean value ± standard deviation of six replicates per test (n=6)/ RSE- superkritični ruzmarina ekstrakt; FP-Flavor'Plus™; BHA-Butilizovani hidroksianizol; Koncentracija antioksidanata: I-200 mg/kg, II-500 mg/kg, i III-1000 mg/kg (izračunat na osnovu težine masti u jetrenoj pašteti); Za sve analize, razlike srednjih vrednosti u istoj koloni nisu značajni na nivou u $p = 0.05$; * Rezultati su izraženi kao srednja vrednost ± standardna devijacija od šest ponavljanja po testu (n = 6)

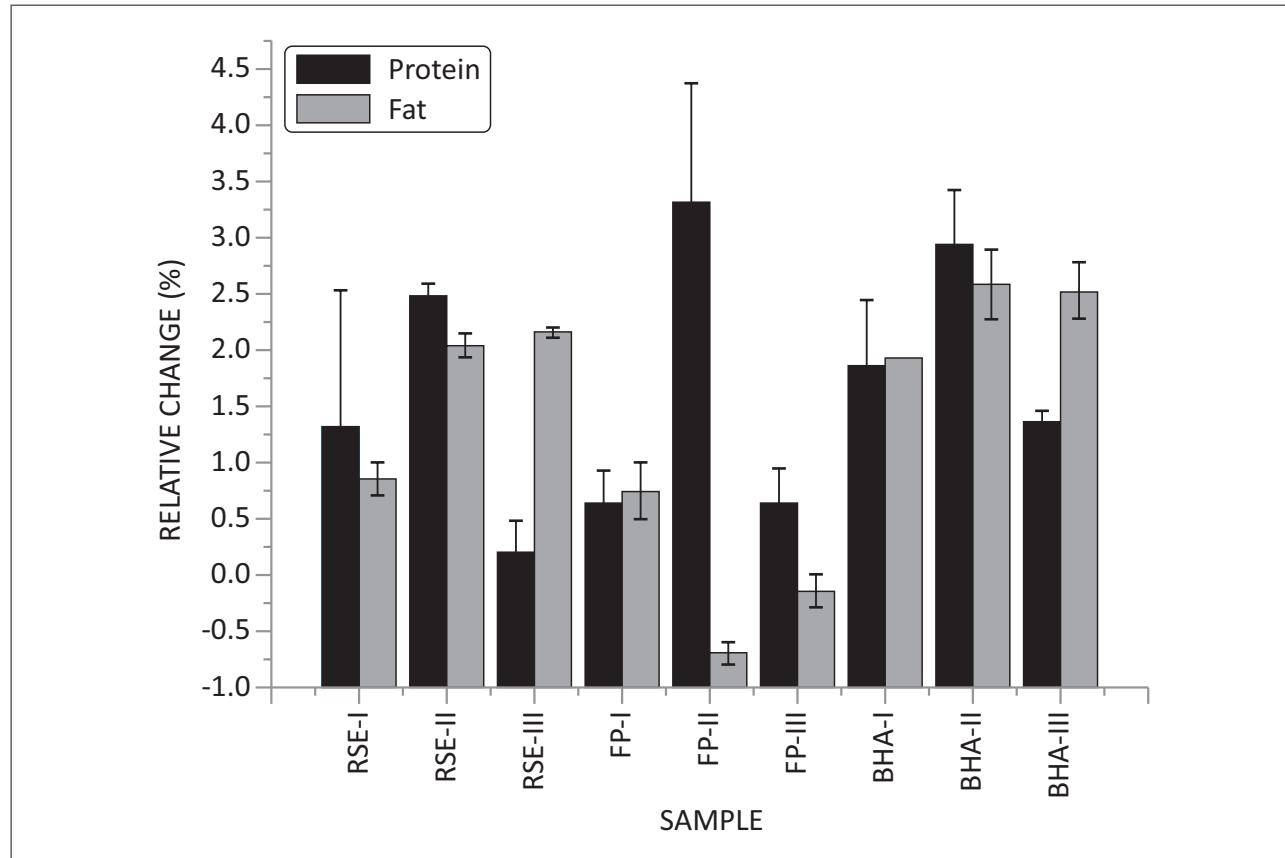


Figure 1. Relative change of protein and fat content during five years (with respect to initial content)

Figura 1. Relativna promena proteina i masti tokom pet godina (u odnosu na početni sadržaj)

carnosol (3.9368 g/100g extract) and carnosic acid (4.7596 g/100g extract) (Babovic *et al.*, 2010a). Rosmarinic acid was not identified in the RSE.

Oxidative stability evaluation

The peroxide value (PV) and thiobarbituric acid (TBA) assays were used to assess lipid deterioration in the liver pâté samples. Determination of PV has been one of the most important and implemented quality control measurements for assessment of food quality and safety. The PV indicates the concentration of peroxides and hydroperoxides that are produced during the early stages of lipid oxidation (primary oxidation products). Sharp increase of PV should indicate the end of the shelf-life of a sample. In this study, PV analysis was used to indicate the primary oxidation status of the pork liver pâté by measuring the concentration of hydroperoxides. The quantity of the peroxides was reported as milliequivalents of active oxygen in 1 kg of fat in the sample.

The first evidence of primary oxidation was reported after five years in all the samples except in those containing low concentrations

(200–500 mg/kg) of the RSE and 500 mg/kg of the FP (PV = 0 meq/kg) (Table 3). Higher concentration of the RSE in pâté (1000 mg/kg) had lower antioxidant efficiency (PV = 0.27 meq/kg). In this regard, there was a strong correlation between the applied RSE concentration in the pâté and the peroxide value ($r = 0.929$). After five years, the highest PVs were recorded for the pâté samples with BHA, indicating the lowest efficiency in long term oxidative stability. The FP showed low efficiency at lower concentration (200 mg/kg) as well as at high concentrations (1000 mg/kg). Latter might be due to pro-oxidant effect of FP when it is added in the higher concentrations (1000 mg/kg).

According to the comparative analysis, the following order of antioxidant efficiency in oxidative stabilization following order was established for each applied concentration:

200 mg/kg: RSE > BHA > FP

500 mg/kg: RSE = FP > BHA

1000 mg/kg: FP > RSE > BHA.

The relative order of antioxidant efficiency (according to the average PV values for concen-

Table 3. Peroxide value (PV) in the tested samples of liver pâté after five years**Tabela 3.** Peroksidna vrednost (PV) u testiranim uzorcima jetrene paštete posle pet godina

Sample/ Uzorak	PV (meq/kg)	Average PV at 200–1000 mg/kg/ Prosečna PV kod 200–1000 mg/kg
RSE-I	0.00	
RSE-II	0.00	0.09
RSE-III	0.27±0.01	
FP-I	0.28±0.04	
FP-II	0.00	0.16
FP-III	0.20±0.04	
BHA – I	0.26±0.08	
BHA – II	0.30±0.04	0.28
BHA – III	0.28±0.02	

tration range 200–1000 mg/kg) follow the order RSE>FP>BHA (Table 3).

The maximum level for edible animal fat (lard, tallow, rendered pork fat) or oil of 10 meq/kg is recommended to ensure its safety for consumption (CODEX-STAN 211. 1999). In this study, reported PVs in the liver pâté samples (0.0–0.30 meq/kg) (Table 3) were much lower than recommended maximum value for fat containing food (10 meq/kg). It means that after five years primary lipid oxidation in pâté samples has just started.

Hydroperoxides (the primary oxidation compounds) are not stable and can easily decompose into variety of volatile and nonvolatile secondary oxidation products (alkanes, ketones, aldehydes, acids, etc.) which are responsible for the off-flavor in oxidized fats and oils (Shahidi and Zhong 2005). Secondary lipid oxidation in pork liver pâté was studied by the TBA assay. Malondialdehyde (MDA) is one of the most abundant aldehydes generated during secondary lipid oxidation and also probably the most commonly used as an oxidation marker. According to the TBA analysis, presence of MDA was not recorded in any of the tested pâté samples. Since the previously determined PVs were very low (0.0–0.3 meq/kg) it was evident that even after five years lipid oxidation

was just at the beginning. In other words, the amount of peroxide in the system was not sufficient to form secondary oxidation products.

Conclusions

The study is the first report on the great potential of the supercritical rosemary extract (RSE) in five year oxidative stabilization of the liver pâté. The RSE showed higher efficiency in preventing primary lipid oxidation than Flavor'Plus and BHA at low concentration (200 mg/kg). During tested period, the RSE prevented secondary oxidation of lipids equally efficiently as Flavor'Plus and BHA. General chemical composition of all the samples was not significantly changed over five years.

The RSE might be promising alternative to existing synthetic food antioxidants for several reasons. First of all, the RSE is isolated and deodorized using the supercritical fluid technology so it contains no organic solvents. Secondly, good solubility in fat and oils, due to its lyophilic nature, makes it convenient for use as antioxidant in fat and oil containing food. Finally, the RSE would give an added value to commercial liver pâté, due to both its natural origin and potential bioactive properties.

References

- Ahn J. H., Kim Y. P., Seo E. M., Choi Y.K., Kim H. S., 2008.** Antioxidant effect of natural plant extracts on the micro-encapsulated high oleic sunflower oil. *Journal of Food Engineering*, 84, 327–334. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.05.029>
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists, 1984.** 14th Edition, USA. 24.010.
- Babovic N., Djilas S., Jadranin M., Vajs V., Ivanovic J., Petrovic S., Zizović I., 2010.** Supercritical carbon dioxide extraction of antioxidant fractions from selected Lamiaceae herbs and their antioxidant capacity. *Innovative Food Science Emergency Technologies*, 11, 98–107. doi: [10.1016/j.ifset.2009.08.013](https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.08.013)
- Babovic N., Zizovic I., Saicic S., Ivanovic J., Petrovic S., 2010a.** Oxidative stabilization of sunflower oil by antioxidant fractions from selected Lamiaceae herbs. *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 16, 287–293.
- Babovic N., Petrovic S., 2011.** Antioxidants from Lamiaceae herbs. In: Medina, Daniel, Laine AM (ed) *Food Qual. Control. Anal. Consum. Concerns*. Nova Science Publishers, Inc., 311–335.
- Caldera G., Figueroa Y., Vargas M., Santos D., Marquina-Chidsey G., 2012.** Optimization of supercritical fluid extraction of antioxidant compounds from Venezuelan rosemary leaves. *International Journal of Food Engineering*.
- Celiktas O. Y., Bedir E., Sukan F. V., 2007.** In vitro antioxidant activities of *Rosmarinus officinalis* extracts treated with supercritical carbon dioxide. *Food Chemistry*, 101, 1457–1464.
- Chen X., Zhang Y., Zu Y., Yang L., Lu Q., Wang W., 2014.** Antioxidant effects of rosemary extracts on sunflower oil compared with synthetic antioxidants. *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 385–391.
- Cordeiro A., Medeiros M., Santos N., Soledade L., Pontes L., Souza A., Queiroz N., Souza A., 2013.** Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract: Thermal study and evaluation of the antioxidant effect on vegetable oils. *Journal of Thermal Analysis Calorimetry*, 113, 889–895.
- Estévez M., Ventanas S., Cava R., 2005.** Physicochemical properties and oxidative stability of liver pâté as affected by fat content. *Food Chemistry*, 92, 449–457.
- Estévez M., Ramírez R., Ventanas S., Cava R., 2007.** Sage and rosemary essential oils versus BHT for the inhibition of lipid oxidative reactions in liver pâté. *LWT – Food Science and Technology*, 40, 58–65.
- Formanek Z., Kerry J. P., Higgins F. M., Buckley D. J., Morrissey P. A., Farkas J., 2001.** Addition of synthetic and natural antioxidants to γ -tocopherol acetate supplemented beef patties: effects of antioxidants and packaging on lipid oxidation. *Meat Science*, 58, 337–341.
- Georgantelis D., Blekas G., Katikou P., Ambrosiadis I., Fletouris D., 2007.** Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Science*, 75:256–264.
- Grüner-Richter S., Otto F., Weidner E., 2012.** Impregnation of oil containing fruits. *Journal of Supercrit Fluids*, 66, 321–327.
- Hadolin M., Rižner Hraš A., Bauman D., Knez Ž., 2004.** Isolation and concentration of natural antioxidants with high-pressure extraction. *Innovative Food Science Emergency Technologies*, 5, 245–248.
- Holland D. C., 1971.** Determination of malonaldehyde as an index of rancidity in nut meats. *Journal of Association Official Analytical Chemists*, 54, 1023–1026.
- Ivanovic J., Djilas S., Jadranin M., Vajs V., Babovic N., Petrovic S., Zizovic I., 2009.** Supercritical carbon dioxide extraction of antioxidants from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). *Journal of Serbian Chemical Society* 74, 717–732.
- Lorenzo J. M., Pateiro M., 2013.** Influence of fat content on physico-chemical and oxidative stability of foal liver pâté. *Meat Science*, 95, 330–335.
- Makri M., 2013.** Effect of oregano and rosemary essential oils on lipid oxidation of stored frozen minced gilthead sea bream muscle. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 8, 67–70.
- Martín D., Terrón A., Fornari T., 2012.** Oxidative stabilization of ultra-high omega-3 concentrates as ethyl esters or triacylglycerols. *Food Research International*, 45, 336–341.
- Martínez M. L., Penci M. C., Ixtaina V., 2013.** Effect of natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of walnut oil under different storage conditions. *LWT – Food Science and Technology*, 51, 44–50.
- McBride N. T. M., Hogan S. A., Kerry J. P., 2007.** Comparative addition of rosemary extract and additives on sensory and antioxidant properties of retail packaged beef. *Int J Food Science and Technology*, 42, 1201–1207.
- Frakman N., Evans, G. D. A., 1991.** Process for extracting antioxidants from Labiate herbs. US 5,017,397 A.
- Nissen L. R., Mansson L., Bertelsen G., 2000.** Protection of dehydrated chicken meat by natural antioxidants as evaluated by electron spin resonance spectrometry. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 48, 5548–5556.
- Ortuño J., Serrano R., Jordán M. J., Bañón S., 2014.** Shelf life of meat from lambs given essential oil-free rosemary extract containing carnosic acid plus carnosol at 200 or 400 mg kg⁻¹. *Meat Science*, 96, 1452–1459.
- Özyurt G., Özütük A. S., Polat A., 2010.** Capability of the rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the oxidative stability of cooked sea bream (*Sparus aurata*) during frozen storage. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6, 167–174.
- Peng C. HC. C., Su J. D., Chyau C. C., 2007.** Supercritical fluid extracts of rosemary leaves exhibit potent anti-inflammation and anti-tumor effects. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*, 71, 2223–2232.
- Rižnar K., Čelan Š., Knez Ž., 2006.** Antioxidant and antimicrobial activity of rosemary extract in chicken frankfurters. *Journal of Food Science*, 71:C425–C429.
- Sebranek J. G., Sewalt V. J. H., Robbins K. L., Houser T. A., 2005.** Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Science*, 69, 289–296.
- Shahidi F., Zhong Y., 2005.** Lipid Oxidation: Measurement Methods. Bailey's Ind Oil Fat Prod.
- Siddhuraju P., Becker K., 2003.** Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agroclimatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 51, 2144–2155.

- Silva F. A. M., Borges F., Ferreira M. A., 2001.** Effects of phenolic propyl esters on the oxidative stability of refined sunflower oil. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 49, 3936–3941.
- Skotti E., Anastasaki E., Kanellou G., 2014.** Total phenolic content, antioxidant activity and toxicity of aqueous extracts from selected Greek medicinal and aromatic plants. *Ind Crops Prod* 53:46–54.
- Tarladgis B. G., Watts B. M., Younathan M. T., Dugan L. J., 1960.** A destillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 37, 44–48.
- Thongtan K., Toma R. B., Reiboldt W., Daoud A. Z., 2005.** Effect of rosemary extract on lipid oxidation and sensory evaluation of frozen, precooked beef patties. *Foodservice Research International*, 16, 93–104.
- Urbančić S., Kolar M. H., Dimitrijević D., Vidrih R., 2014.** Stabilisation of sunflower oil and reduction of acrylamide formation of potato rosemary extract during deep-fat frying. *LWT – Food Science and Technology*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2013.11.002>
- Utrera M., Morcuende D., Estévez M., 2014.** Fat content has a significant impact on protein oxidation occurred during frozen storage of beef patties. *LWT – Food Science and Technology*, 56, 62–68. doi: 10.1016/j.lwt.2013.10.040
- Yanishlieva N. V., Marinova E., Pokorný J., 2006.** Natural antioxidants from herbs and spices. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108, 776–793. doi: 10.1002/ejlt.200600127

Visoka efikasnost superkriticnog ekstrakta ruzmarina u dugoročnoj oksidativnoj stabilizaciji svinjske jetrene paštete

Ivanović Jasna, Saičić Snežana, Milanović-Stevanović Mirjana, Petrović Nada, Žižović Irena, Petrović Slobodan

R e z i m e: Studija je imala za cilj da istraži potencijal superkriticnog ekstrakta ruzmarina (RSE) u dugoročnoj oksidativnoj stabilizaciji jetrene svinjske paštete (pet godina). Određivanje peroksidne vrednosti (PV) i tiobarbiturne kiseline (TBA test) korišćeni su za procenu i poređenje lipidnog pogoršanja u uzorcima paštete koji imaju isti sadržaj RSE, butilovanog hidroksianizola (BHA) i komercijalnog antioksidansa ruzmarina Flavor'Plus (FP). Prvi dokaz primarne oksidacije je zabeležen nakon pet godina u svim uzorcima osim u onim koji sadrže niske koncentracije RSE (200–500 mg/kg) i FP (500 mg/kg). Povećanje koncentracije RSE u pašteti (1000 mg/kg) je rezultovalo u slaboj efikasnosti u prevenciji primarne oksidacije lipida (PV = 0,27 meq/kg). BHA vrednost utvrđena za najnižu efikasnost testiranih antioksidansa (PV = 0,26–0,3 meq/kg). TBA test je pokazao da nema dokaza sekundarne oksidacije proizvoda u svim uzorcima zbog nedovoljne količine formiranih peroksida. Opšti (osnovni) hemijski sastav uzoraka paštete posle pet godina nije se bitno razlikovao od prvobitnog sastava. Budući da je RSE izolovana i dezodorisana korišćenjem tehnologije superkriticnog fluida, ne sadrži tragove organskih rastvarača. Iz tog razloga, RSE bi obezbedio dodatnu vrednost komercijalnoj jetrenoj pašteti, kako zbog prirodnog porekla tako i zbog potencijalnih bioaktivnih svojstava.

Ključne reči: Superkritični ekstrakt ruzmarina; jetrena pašteta; analize hemijskog sastava; oksidativna stabilizacija; peroksidna vrednost.

Paper received: 24.03.2015.

Paper correction: 29.06.2015.

Paper accepted: 8.07.2015.

Meso pataka u ishrani ljudi

Bašić Meho¹, Ivanović Jelena², Mahmutović Hava¹, Zenunović Amir¹, Marković Radmila², Janjić Jelena², Đorđević Vesna³, Baltić Ž. Milan²

Sadržaj: Meso predstavlja namirnicu visoke biološke i nutritivne vrednosti. U svetu se beleži stalni porast proizvodnje mesa živine. Proizvodnja mesa pataka je važan segment poljoprivredne proizvodnje u mnogim azijskim zemljama, u odnosu na evropske zemlje. U Aziji se proizvede oko 82,6% od ukupne proizvodnje mesa pataka. Prema FAO (Food and Agriculture Organization) podacima, osam zemalja iz Azije se nalazi u prvih petnaest svetskih proizvođača mesa pataka. Pored mesa, u ovim zemljama se proizvode pačija jaja i proizvodi od mesa pataka. Nutritivni aspekt kvaliteta mesa pataka odnosi se na sadržaj masti i njihov sastav, oksidativnu stabilnost, sadržaj vitamina i minerala, dok se senzorni kvalitet odnosi na boju, mramoriranost, mekoću, sočnost, miris i ukus. Ova svojstva zavise od većeg broja faktora koji uzajamno utiču jedni na druge, a među kojima su najvažniji genotip pataka, ishrana, način držanja pataka, klimatski uslovi, postupak sa patkama pre klanja, kao i način čuvanja mesa pataka. Meso pataka je dobro prihvatljivo zbog svojih senzornih osobina, sadržaja visokog nivoa fosfolipida, prekursora aroma. Takođe, ima visok sadržaj nezasićenih masnih kiselina koje čine 60% ukupnih lipida. Zbog svojih nutritivnih i senzornih osobina, meso pataka se danas često preporučuje u ishrani pacijenata koji boluju od hipertenzije, neuralgije, ateroskleroze, tuberkuloze i različitih oblika gastroenteritisa.

Ključne reči: proizvodnja, kvalitet mesa, zdravlje potrošača.

Uvod

Broj stanovnika u svetu je u stalnom porastu, pa je zadatak poljoprivredne proizvodnje, razume se i stočarstva, kao njenog važnog i značajnog dela, da obezbedi dovoljne količine hrane. Pri tom, od posebnog značaja je obezbeđenje dovoljnih količina proteina i to proteina animalnog porekla kao najvrednijeg sastojka hrane. Ovaj zadatak nije ni lak ni jednostavan, jer je dobro poznato da je stočarska proizvodnja, odnosno proizvodnja mesa, mleka i jaja najzajtevniji, najsloženiji i najskuplji deo poljoprivredne proizvodnje. Proizvodnjom mesa, mleka i jaja, čovečanstvu se za ishranu obezbeđuju ne samo visoko-vredni proteini već i masti, minerali i vitamini. U ishrani ljudi koriste se različite vrste mesa (svinjsko, živinsko, goveđe, ovčje, riba) i njegova proizvodnja pa i potrošnja, uprkos globalizaciji tržišta, nije podjednako zastupljena u pojedinim regionima i zemljama sveta. Neravnomernost proizvodnje i potrošnje mesa u svetu, možda je najbolje uočljiva na primeru proizvodnje i potrošnje mesa pataka. Zastupljenost

mesa pataka u ishrani stanovništva Srbije je zane-marljiva u odnosu na svetsku potrošnju, a naročito na potrošnju u azijskim zemljama (Kina, Tajland). Patke se u Srbiji gaje skoro isključivo za sopstvene potrebe (potrebe domaćinstva u seoskim sredinama) i nema organizovane farmske proizvodnje ove vrste mesa. Stoga je cilj ovog rada analiza proizvodnje mesa pataka u svetu, prikaz odabranih parametara kvaliteta i značaj mesa pataka u ishrani ljudi.

Proizvodnja mesa pataka u svetu

Prema podacima FAO prosečna godišnja potrošnja mesa živine u svetu za 2007. godinu iznosila je 12,6 kg po stanovniku. Najveću potrošnju mesa živine za 2007. godinu imala je Severna Amerika, prosečno 49,4 kg po stanovniku. U Evropi godišnja potrošnja mesa živine za 2007. godinu iznosila je prosečno 20,5 kg po stanovniku, a najveći potrošači bili su Luksemburg sa 39,9 kg, Velika Britanija 29,1 kg, Mađarska i Španija sa 27,6 kg i Island

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

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

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

³Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kaćanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija;

Autor za kontakt: Ivanović Jelena, 1310jecko@gmail.com

25,8 kg po stanovniku (*Anon*, 2010a, b). Prosečna potrošnja mesa po stanovniku u svetu za 2010. godinu bila je 41 kg, od čega je najviše bilo zastupljeno svinjsko meso – 15,5 kg (37,8%), zatim živinsko meso – 13,8 kg (33,7%), goveđe – 9,4 kg (22,9%) i ovčije – 1,9 kg (4,6%) (*Anon*, 2010a). U Srbiji je prosečna potrošnja mesa po stanovniku za 2010. godinu bila 64,7 kg, a od toga je najveća potrošnja bila svinjskog mesa 36,9 kg (57%), zatim govedeg 13,2 kg (20,4%), živinskog 11,5 kg (17,8%) i ovčijeg 3,2 kg (4,9%) po stanovniku (*Anon*, 2011).

Proizvodnja mesa živine se u svetu u proteklih četrdeset godina udvostručila i dalje je u stalnom porastu. Ovaj porast se naročito odnosi na proizvodnju mesa brojlera, koja je po obimu proizvodnje ispred govedeg mesa, a iza proizvodnje svinjskog mesa (*Glamočlija i dr.*, 2013). Proizvodnja živinskog mesa posmatrana na nivou država je 2010. godine bila najveća u SAD i iznosila je 19,3 miliona tona, a zatim slede Kina (17,0 miliona tona) i Brazil (10,8 miliona tona). U zemljama EU proizvedeno je 2010. godine 12,1 milion tona živinskog mesa, od toga 9,0 miliona tona mesa brojlera (piladi). Prognozirana proizvodnja mesa brojlera za 2015. godinu 87,4

miliona tona (*Anon*, 2015). Ako se uzme da u ukupnoj proizvodnji mesa živine, meso brojlera čini 75% tada će ukupna proizvodnja mesa živine u 2015. godini biti 113,0 miliona tona. Očekuje se da će proizvodnja mesa živine do 2030. godine biti veća od 143,0 miliona tona. Najveće povećanje proizvodnje živinskog mesa do 2030. godine prognozira se u zemljama u razvoju, a najmanja u razvijenim zemljama (*Bilgili*, 2002).

Najveći proizvođač mesa pataka u svetu u Aziji je Kina, a zatim slede Indija, Vijetnam, Tajland i Republika Koreja. U Aziji najveći deo proizvodnje pataka je ekstenzivan i vezan za vodene površine (ribnjake) (*Prinsloo i dr.*, 1999; *Syed*, 2002). U Evropi najveći proizvođač mesa pataka je Francuska (0,3 miliona tona), a zatim slede Ukrajina, Nemačka, Mađarska i Velika Britanija. Preko polovine proizvodnje (52%) mesa pataka u Evropi proizvodi se u Francuskoj (*Evans*, 2004). U periodu od 2000. do 2010. godine uočen je porast proizvodnje mesa pataka u svetu (figura 1). Tako je proizvodnja mesa pataka 2000. godine bila 2,9 miliona tona a 2010. godine 4,0 miliona tona. Prognozirano je da će 2015. godine proizvodnja mesa pataka u svetu biti 4,6 miliona tona.

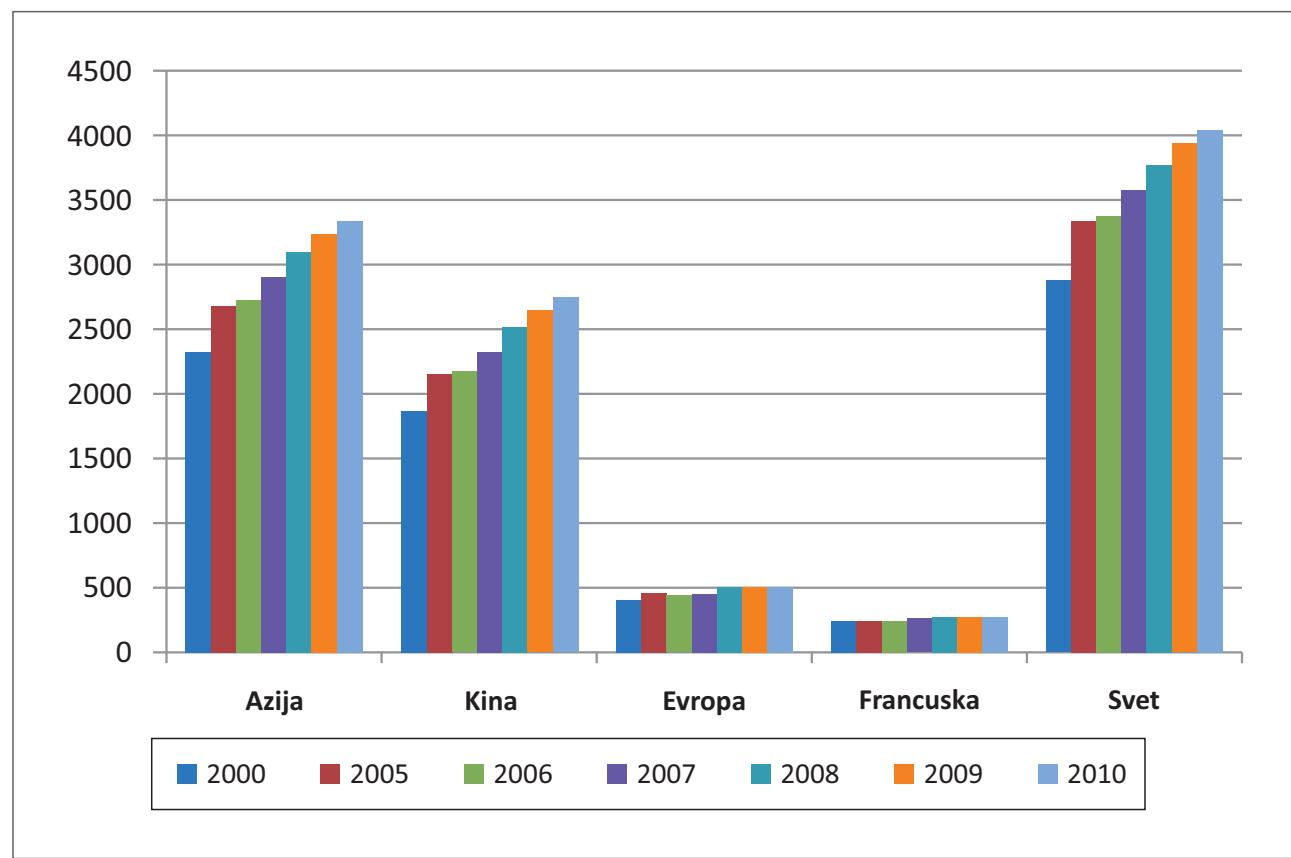


Figura 1. Proizvodnja mesa pataka (000 tona) (*Anon*, 2012)

Figure 1. Production of duck meat (000 tonnes) (*Anon*, 2012)

U svetu se ne beleže posebi podaci o potrošnji mesa pataka. Ona može da se proceni na osnovu učešća ove vrste mesa u ukupnoj proizvodnji mesa živine. U 2015. godini će prema prognozama proizvodnja a i potrošnji mesa pataka u ukupnoj proizvodnji i potrošnji mesa živine biti zastupljena sa 4,07%. Prema prognozama FAO prosečna potrošnja mesa živine će u 2015. godini u svetu po stanovniku iznositi 16 kg, a mesa pataka oko 0,66 kg. Kako je godišnja stopa porasta proizvodnje mesa pataka veća od godišnje stopa porasta ukupne proizvodnje mesa živine to može da se očekuje u budućnosti i veća potrošnja mesa pataka po stanovniku u svetu (Anon., 2015).

Za proizvodnju mesa pataka najčešće se koriste genotipovi pekin, muscovy i više hibridnih linija među kojima je najpoznatiji hibrid cherry valley. Podrazumeva se da u različitim zemljama Azije ima više autohtonih genotipova pataka koje se gaje primarno za proizvodnju mesa, ali ima i genotipova za proizvodnju jaja (Pingel, 2004). U odnosu na ostale vrste živinskog mesa, meso pataka polako zauzima svoje mesto na trpezama potrošača. Povećanje proizvodnje mesa pataka, kao i smanjen sadržaj masti u trupu su postignuti genetskom selekcijom, izbalansiranoj ishranom prilagođenoj genotipu i uzrastu kao i sistemima gajenja. Najbolji rezultati postižu se intenzivnim tovom koji traje 49 dana pri čemu se u zavisnosti od uzrasta koriste dve smeše i to starter od prvog do 14. dana i finišer od 14. do 49. dana. Ishrana je *ad libitum*. Tokom tova patkama je stalno dostupna samo voda za napajanje.

Hemijski sastav i nutritivna vrednost mesa pataka

Hemijski sastav mesa je čest predmet istraživanja parametara kvaliteta mesa. On varira u odnosu na genotip pataka, starost, ishranu i uslove gajenja. Različiti genotipovi pataka se koriste za proizvodnju mesa, uključujući najčešću pekinšku, muscovy patku i njihove hibride, kao što su „mule” patka (hibrid između ženke pekinške i mužjaka muscovy patke) i „hinny” patke (hibrid). Meso grudi pataka sadrži od 74,80% (patke stare devet nedelja) do 77,10% (patke stare sedam nedelja) vode, proteina od 19,40% (sedam nedelja) do 20,70% (devet nedelja) i masti od 2,90% (devet nedelja) do 3,60% (sedam nedelja). Meso bataka sa karabatakom ima manji sadržaj vode kod pataka starih devet nedelja (72,90%) u odnosu na patke stare sedam nedelja (73,40%), dok je sadržaj proteina veći kod pataka starih devet nedelja (18,50%) nego kod pataka starih sedam nedelja (18,70%). Sadržaj masti kod pataka starih sedam

nedelja u bataku sa karabatakom je oko 5,60%, a pataka starih devet nedelja 3,20% (Witak, 2008). Kod istih hibrida starosti devet nedelja, Adamski (2005) je utvrđio u muskulaturi grudi 74,80% vode, dok je Witkiewiez (2000) utvrđio nešto manji sadržaj vode u mesu grudi ovih hibrida pataka. Meso grudi i bataka sa karabatakom jedinku muškog i ženskog pola ima sličan hemijski sastav (Witak, 2008). Veći sadržaj proteina kod starijih jedinki ukazuje na povećanje njegove nutritivne vrednosti (Witak, 2008).

Podaci o sadržaju proteina u mesu grudi pataka (21,50% meso grudi) nalaze se u saopštenjima Witkiewiez (2000) hibrida A44 koji su u mesu grudi pekinške patke utvrđili 21,50% proteina, a u bataku sa karabatakom 22,50% proteina. Witkiewiez (2000) je u mesu grudi hidrida A44 muških jedinki utvrđio 1,40% masti, a ženskih jedinki 2,00% masti, dok je Adamski (2005) u mesu grudi hibrida A44 utvrđio 1,80% masti, a u mesu bataka sa karabatakom 3,20% masti.

Istraživanja uticaja genotipa pekin i muscovy pataka i njihovih hibrida „mule” i „hinny” pataka pokazala su da genotip ima značajan efekat na sadržaj lipida u mišićima. Pekin patke imaju veći sadržaj lipida, fosfolipida i triglicerida u mesu grudi i mesu bataka sa karabatakom nego muscovy patke. Kombinovanje različitih genotipova i tretmana hranjenja omogućili su da se dobije različit sadržaj masti u mišićima grudi pataka (od 2,55 g masti u 100 g mišića *ad libitum* hrane muscovy patke, odnosno do 6,40 g masti u 100 g mišića prekomerno hrane (kljukane) pekinške patke) (Zanusso i dr., 2003). Ristić (2007) i Ristić i Damme (2013) su prikazali pojedine parametre hemijskog sastava mesa grudi i bataka sa karabatakom različitih genotipova pataka. Najveći sadržaj proteina u mesu grudi imala je Hytop patka starosti 84 dana (21,9%) kao i u mesu bataka sa karabatakom (tabela 1).

Pored značajnih razlika u hemijskom sastavu između pojedinih vrsta živine, postoje znatne razlike i između različitih hibrida pataka. U mesu grudi prosečan sadržaj masti kod hibrida canendis R31, R41, R51, R61 muških jedinki bio je od 0,67% do 0,98% (prosečno 0,80%), a ženskih jedinki od 0,73% do 1,05% (prosečno 0,95%) dok je prosečan sadržaj proteina bio kod muških jedinki 19,84% do 20,55% (prosečno 20,15%) a ženskih jedinki od 20,69% do 21,11% (prosečno 20,91%) (Ristić, 2007). Veći sadržaj masti (1,9–6,0%) je utvrđen u mišićima bataka sa karabatakom različitih linija pekinške patke (Mazanowski i Książkiewicz, 2004; Chartrin i dr., 2005) u poređenju sa istraživanjem Woloszyn i dr. (2011). Woloszyn i dr. (2011) su ustanovili sličan sadržaj lipida u mesu bataka sa karabatakom (1,73 i

Tabela 1. Hemijski sastav mesa grudi i bataka sa karabatakom (*Ristić*, 2007; *Ristić i Damme*, 2013)

Table 1. The chemical composition of breast meat and thighs with drumsticks
(*Ristic*, 2007; *Ristic and Damme*, 2013)

Patke/ Ducks	Starost (dan)/ Age (day)	Hemijski sastav/Chemical composition (%)					
		Grudi/Breast meat			Batak sa karabatakom/ Thighs with drumsticks		
		Mast/ Fat	Voda/ Water	Proteini/ Proteins	Mast/ Fat	Voda/ Water	Proteini/ Proteins
Chery valley	54	2,2	76,2	20,4	4,4	74,9	19,6
Canendis	84	2,1	74,7	21,6	1,9	75,7	21,0
Divlja patka/ Wild duck	120	2,92	71,9	23,8	6,9	70,8	21,1
Hytop	84	1,1	75,4	21,9	1,9	75,3	21,7

1,85%) kod konvencijalnih linija pekinške patke (P33 i A3).

Prekomerna ishrana (kljukanje) stimuliše lipogenezu u jetri i takođe indukuje akumulaciju lipida u mišićima i sadrži uglavnom trigliceride bogate mononezasićenim masnim kiselinama. Površina adipocita i sadržaj triglicerida u mišićnim vlaknima se značajno povećava (*Chartrin i dr.*, 2005; 2006). Konačno, genotip, prekomerna ishrana i starost imaju sličan efekat na varijacije u sadržaju lipida, sastavu lipida i njihovoj lokalizaciji. U mesu grudi sadržaj lipida je dva puta veći kod pekin pataka nego kod muscovy pataka i 1,6 puta veći ako se patke prekomerno hrane u odnosu na one koje se hrane *ad libitum* i 1,4 puta veći kod pataka starih 98 dana ("mule" patke) nego kod „mule" pataka hranjenih *ad libitum* (*Baeza i dr.*, 2005). Kada se sadržaj

lipida poveća u mišićima glikolitička energija metabolizma se smanjuje, a stimuliše oksidativna metabolička energija (*Baeze i dr.*, 2005).

Kombinovanjem genotipova (muscovy, pekin patke i njihovih hibrida "hinny" i "mule" patke) i nivo ishrane (prekomerno i *ad libitum*) mogu da utiču tako da sadržaj masti u mesu varira od 1,72% do 8,35%. Kada se govori o sadržaju masti i njenom značaju za parametre kvaliteta i nutritivne vrednosti mesa značajna pažnja posvećuje se masnokiselinskom sastavu. Prema ispitivanju *Woloszyna i dr.* (2006) i *Witaka* (2008) sadržaj zasićenih masnih kiselina u mesu pataka, u zavisnosti od hibrida, bio je 34,17% do 42,04%, mononezasićenih od 23,46% do 34,88% a polinezasićenih od 14,84% do 30,44%. Odnos n-6/n-3 bio je od 3,27 do 10,07. Sadržaj holesterol-a u mesu pataka prema istim autorima bio je

Tabela 2. Hemijski sastav mesa grudi i bataka sa karabatakom različitih vrsta živine (*Lesiów*, 2009.)

Table 2. The chemical composition of breast meat and thighs with drumsticks different types of livestock (*Lesiów*, 2009)

Vrsta Mesa/ Type of meat	Hemijski sastav, %/Chemical composition							
	Voda/Water		Proteini/ Proteins		Masti/Fat		Pepeo/Ash	
	Grudi/ Breast meat	BK/ TD	Grudi/ Breast meat	BK/ TD	Grudi/ Breast meat	BK/ TD	Grudi/ Breast meat	BK/ TD
Pileće/Poultry	74,36	73,21	22,80	19,14	1,58	6,65	1,26	1,05
Ćureće/Turkey	72,74	72,24	23,36	19,54	1,63	4,84	1,18	1,09
Pačije/Duck	76,82	75,80	21,20	20,90	1,31	2,00	0,99	0,80

Legenda/Legend: BK – batak sa karabatakom/TD – thighs with drumstick

Tabela 3. Komparativni prikaz sadržaja vitamina i mineralnih materija u mesu brojlera i mesu pataka (100 g) (Ionita i dr., 2010)

Table 3. Comparative presentation of the content of vitamins and minerals in broiler meat and duck meat (100 g) (Ionita et al., 2010)

Parametar/Parameter	Meso brojlera/ Broiler meat	Meso pataka/ Duck meat
Vitamin A (IJ)	140	168
Vitamin C (mg)	1,6	2,8
Vitamin E(mg)	0,3	0,7
Vitamin B ₂ (riboflavin) (mg)	0,1	0,2
Folna kiselina (µg)	6	13
Vitamin B ₁₂ (mg)	0,3	0,3
Vitamin K (µg)	1,5	5,5
Vitamin B1 (tiamin) (µg)	0,1	0,2
Vitamin B ₃ (mg)	6,8	0,2
Vitamin B ₆ (mg)	0,4	0,2
Vitamin B ₅ (mg)	0,9	1
Vitamin B ₄ (holin) (mg)	59,7	31
Kalcijum/Calcium (mg)	11	11
Gvožđe/Iron (mg)	0,9	2,4
Magnezijum/Magnesium (mg)	20	15
Fosfor/Phosphorus (mg)	147	139
Natrijum/Sodium (mg)	189	209
Hlor/Chlorine (mg)	70	63
Cink/Zinc (mg)	–	1,4
Bakar/Copper (mg)	–	0,20
Mangan/Manganese (mg)	–	0,38
Selen/Selenium (µg)	14,4	12,4

od 71,21 mg/100 g, do 111,82 mg/100 g. Kod živinskog mesa sadržaj masti može lako da se menja, posebno masnokiselinski sastav, korišćenjem različitih izvora masti u hranivima. Mnoga istraživanja analizirala su uticaj povišenog sadržaja polinezasićenih masnih kiselina na kvalitet mesa, najviše na senzorne karakteristike i prihvatljivost potrošača kuvanog mesa i prerađenih proizvoda, kao i na oksidaciju masti tokom čuvanja svežih, zamrznutih i prerađenih proizvoda. Zbog toga što je sadržaj masti u mesu živine nizak (oko 1–2% u grudima pilećeg i čurećeg mesa), malo se izučavao uticaj sadržaja masti na senzorne karakteristike mesa. Međutim, sadržaj masti u mesu pataka je veći nego u pilećem i čurećem mesu (Baeza i dr., 2000; 2002).

U tabeli 2. je prikazan hemijski sastav mesa grudi i mesa bataka sa karabatakom pilećeg, čurećeg i pačijeg mesa.

Meso bataka sa karabatakom pataka sadrži više mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) u odnosu na isto meso brojlera. Mogućnost oksidacije mesa pataka je, takođe veća u poređenju sa mesom brojlera i čuraka (Witak, 2008). U poređenju sa mesom brojlera, meso pataka sadrži veće količine vitamina A, C, E, B₁, B₂, B₅, folne kiseline, vitamina K i natrijuma (tabela 3).

Fizičko hemijske karakteristike mesa pataka

Parametri kvaliteta trupova i mesa živine zasnivaju se na konformaciji i prisustvu oštećenja na trupovima ne uzimajući u obzir funkcionalne karakteristike mesa. Krajnji kvalitet mesa zavisi od spoljašnjeg izgleda, teksture, sočnosti, vodnjikavosti, čvrstoće, mekoće, ukusa i mirisa mesa. Sposobnost vezivanja vode, gubitak vlage, pH vrednost, održivost, sadržaj kolagena, rastvorljivost proteina, njihova sposobnost vezivanja masti su među najvažnijim svojstvima mesa (Witak, 2008). Jedan od najčešće istraživanih parametara kvaliteta mesa je njegova pH vrednost. Witak (2008) saopštava da je pH vrednost mesa grudi pataka merena 15 minuta posle klanja bila od 6,13 do 6,23, a dvadeset sati posle klanja 5,73 do 5,76. Vrednost pH mesa bataka sa karabatakom petnaest minuta posle klanja bila je od 6,20 do 6,30, a za dvadeset četiri sata posle klanja od 5,91 do 5,96. Ovi rezultati ukazuju da se ne radi o mesu izmenjenih svojstva (pale, soft and exudative– PSE; dark firm and dry–DFD). U mesu grudi pH opada sa 6,25 (15 minuta nakon klanja) na 5,66 (24 sata posle klanja). Krajnja pH vrednost je slična kao i pH vrednost mesa brojlera, ali je opadanje pH vrednosti znatno brže kod mesa pataka. Naime, opadanje pH vrednosti je sporije ako je tov duži. Uticaj visoke temperature pre klanja ima sličan efekat (Baeza, 2000).

Temperatura i pH vrednost mesa nakon klanja određuju stepen denaturacije proteina mesa i spoljni izgled mesa, tako što utiču na količinu svetlosti koja se odbija sa unutrašnje i spoljašnje površine mesa (Lawrie, 1991). Ako je pH vrednost veća od 6, tada je denaturacija proteina minimalna, odbijanje svetlosti malo, a boja mesa tamnija. Međutim, kod mesa čija je pH vrednost manja od 6, veća je denaturacija proteina mesa kao i odbijanje svetlosti, pa je takvo meso svetlijе (Berri i dr., 2005).

Boja mesa je jedan od faktora koji ukazuje na kvalitet mesa, odnosno na mane mesa (PSE, DFD). Najčešće se instrumentalno određivanje boje

definiše L*, a* i b* vrednostima. Prema *Ristiću i dr.* (2006) L* vrednost mesa grudi pataka bila je od 36,3 do 40,21, a* vrednosti od 16,0 do 18,8, a b* vrednost od 4,2 do 8,1. Kod pekinške patke mesa grudi L* i a* vrednosti rastu, a b* vrednost opada sa starošću pataka. Takođe, meso grudi muških jedinki ima veće L* i a* vrednosti, a manje b* vrednosti, za boju od mesa grudi ženskih jedinki. Na boju mesa ne utiče značajnije genetska osnova. Prekomernom ishranom L* i a* vrednosti se smanjuju, a b* vrednost povećava. Ima podataka da na boju mesa grudi pataka mogu da utiču brzina i dužina hlađenja trupa.

O sposobnosti vezivanja vode, kao parametra kvaliteta mesa pataka nema mnogo podataka, a oni koji se pominju vezuju se za postupke hlađenja, pH vrednost mesa, pol i starost. Ovi podaci su teško poredivi zbog primene različitih metoda ispitivanja sposobnosti vezivanja vode. Slično je i sa podacima o instrumentalnoj oceni teksture mesa (*Witak*, 2008).

Senzorne karakteristike mesa pataka

Boja mesa, primarno, potiče od mioglobina, hemoglobina i tkivnih enzima citohroma i oksidaza. Količina mioglobina je veoma varijabilna i veća je u crvenim mišićnim vlaknima, kod divljih životinja i mužjaka (*Miller*, 1994). Promena boje postaje uočljiva kada sadržaj metmioglobina u ukupnim pigmentima postane veći od 50%.

Danas se smatra da su miris i ukus posledica prisustva u mesu preko hiljadu jedinjenja (ugljeni hidrati, alkoholi, aldehydi, ketoni, estri, laktoni, furali itd.). Među jedinjenjima koja doprinose mirisu i ukusu mesa su i aciklična sumporna jedinjenja, isparljiva jedinjenja sumpora, heterociklična azotna jedinjenja i karbonilna jedinjenja. Njihova količina i odnos u mesu različitih vrsta je različita i ona doprinosi karakterističnom mirisu i ukusu mesa svake životinjske vrste (*Gasser i Grosch*, 1990).

Glavni uticaj pola na kvalitet mesa pataka (fizičko-hemijske, tehnološke i senzorne osobine) grudi vezuje se za raniji razvoj ženskih jedinki i zbog čega ih treba klati sa 10 nedelja starosti (muške sa 12). Između 8 i 15 nedelja starosti kod ženskih jedinki postoje razlike u mekoći, sočnosti (prihvatljivije je meso kada su jedinke mlađe). Meso ženskih jedinki iste starosti kao muških jedinki ima jako izražen ukus. Kod „mule“ patke, postoji izražen polni dimorfizam, koji nema uticaj na kvalitet mesa, a muške i ženske jedinke mogu se klati sa 10 nedelja starosti (*Baeza i dr.*, 2000). Pekinške patke imaju i istovremeno jedinstven ukus i nutritivnu vrednost.

Baeza i dr. (2000) su utvrdili da je sočnost mesa grudi pataka opadala sa starošću životinje (od 8. do 12. nedelje). U istraživanju *Chartin i dr.* (2006), veća sočnost mesa grudi bila je povezana sa većim sadržajem masti, ali pojačano hranjenje koje je dovelo do većeg sadržaja masti u grudima nije značajno uticalo na ovu senzornu osobinu. *Girard i dr.* (1993) su takođe utvrdili da je meso grudi *ad libitum* hranjenih pataka bilo sočnije u odnosu na prekomerno hranjene patke. Ukus mesa je više izražen kod mesa grudi sa većim sadržajem masti (*Chartin i dr.*, 2006). *Girard i dr.* (1993) su utvrdili da je kod prekomerno hranjenih pataka bio intenzivniji ukus mesa grudi, nego kod *ad libitum* hranjenih pataka.

Senzorna analiza pokazuje da se povećanjem lipida uzrokuje povećanje svetloće boje, gubitak tečnosti pri toplotnoj obradi, omekšavanju mesa i prihvatljivosti mirisa i ukusa. Korelacija, pri tom, između sadržaja masti i navedenih osobina je značajna. Povećanje sadržaja masti sa starošću pataka dovodi do intenzivnijeg mirisa i ukusa zbog čega mu se posvećuje značajna pažnja (*Baeza i dr.*, 2000; 2002).

Meso pataka predstavlja izuzetan kulinski izazov tako da se načinom pripreme ovog mesa može značajno uticati na njegovu prihvatljivost od strane potrošača, odnosno na zadovoljstvo potrošača ovom, retkom vrstom mesa.

Ishrana mesom pataka i zdravlje ljudi

Meso je poznato po svojim osobinama nezamenljive namirnice u ishrani ljudi. Kao bogat izvor proteina i bioaktivnih peptida ima važnu ulogu u ishrani kako odraslih ljudi tako i dece (*Baltić i dr.*, 2014). Kao izvor hranljivih materija, meso pataka predstavlja važan izvor aminokiselina, fosfolipida (posebno lecitina) i nezasićenih masnih kiselina. Pored ovih osobina, meso pataka nutricionisti preporučuju kao baznu hranu, što sprečava starenje organizma i utiče na regulaciju acido-bazne ravnoteže (*Kim i Kim*, 2003). *Kang i dr.* (2010) su ispitivali uticaj ishrane mesom pataka (600 g/dnevno, tokom četiri nedelje). Došli su do zaključka da je telesna masa ispitnika bila niža posle konzumacije mesa pataka. Sadržaj holesterola kod odraslih muškaraca i žena je bio znatno niži, nakon konzumiranja mesa pataka tokom devet dana. Takođe, hematološki parametri (broj leukocita, trombocita, eritrocita, sadržaj albumina, ukupnih proteina i hemoglobin) su bili povoljniji nakon ishrane sa mesom patakama. Koncentracija enzima (AST, ALT, ALP i GGT) je bila niža nakon uvođenja mesa pataka u obrok (600 g/dnevno, tokom četiri nedelje). Takođe, koncentracija uree i kreatinina je bila niža kod pacijenata

koji su konzumirali meso pataka (kod pacijenata je koncentracija uree bila statistički značajno niža posle konzumiranja mesa pataka, dok je koncentracija kreatinina bila samo numerički manja).

Meso pataka predstavlja dobar izvor vitamina B₃ (niacin) (Kang i dr., 2010). Dnevnim unosom od 100 g pačećeg mesa, obezbeđuje se oko 50% dnevnih potreba za ovim vitaminom. Vitamin B₃ ima važnu ulogu u snižavanju holesterola (Costet, 2010). Ovo daje veliku prednost ishrani bogatoj u mesu pataka, jer se na taj način može uticati na smanjenje holesterola. Ishrana mesom pataka ima uticaj i u prevenciji kardiovaskularnih oboljenja, tako što smanjuje nivo lipida u krvi (Kang i dr., 2010). Ishrana mesom pataka može da utiče na povećanje broja eritrocita i na metabolizam masti (Kang i dr., 2010). Uticaj ishrane ovim mesom na povećanu proizvodnju eritrocita je posebno značajan za snadbevanje organizma kiseonikom, pa se meso pataka posebno preporučuje kod pacijenata sa anemijom.

Podaci koji se odnose na korejsku tradicionalnu kuhinju opisuju meso pataka kao važnu hranu u procesu detoksikacije организма, što se može objasniti pozitivnim delovanjem mesa pataka na metabolizam

masti i povoljni efekat na funkciju bubrega (Kang i dr., 2010).

Zaključak

Meso pataka je visoko cenjena namirnica jer se po svojim hemijskim i nutritivnim osobinama nalazi između crvenog mesa (visok sadržaj fosfolipida) i mesa živine koje važi za dijetetsku hranu (visok sadržaj nezasićenih masnih kiselina). Takođe, meso pataka predstavlja značajan izvor proteina u ishrani ljudi. Ishrana, selekcija i odgovarajući način držanja mogu imati uticaj na performanse trupa i kvalitet mesa. Za razliku od brojlera, patke se mogu gajiti u ekstenzivnom tovu, jer je njihov prirast manji u odnosu na prirast brojlera u tovu. Istraživanja u ovoj oblasti živinarske proizvodnje treba da unaprede proizvodne sisteme, higijenske aspekte i mogućnost što većeg uzgoja pataka na proizvodnju mesa. Takođe, razvoj biotehnologije, reprodukcije i genetike treba da utiče na očuvanje biodiverziteta pojedinih genotipova pataka, a da se selekcijom dobiju jedinke koje će biti najbolje prilagođene za tovne sisteme gajenja.

Literatura

- Adamski M., 2005.** Tissue composition of carcass and meat quality in ducks from paternal pedigree strain. *Acta Scientiarum Polonorum, Zootechnica* (Poland), 3–12.
- Anon., 2010a.** <http://www.thepoultrysite.com/articles/1793/european-chicken-meatconsumption-trends-2010>
- Anon., 2010b.** <http://www.thepoultrysite.com/articles/1784/chicken-meatconsumption-trends-in-the-americas-2010>
- Anon., 2011.** Statistički godišnjak RS 2004-2009, Beograd.
- Anon., 2012.** Global Poultry Trends – Asia Leads Output of Duck and Goose Meat. <http://www.thepoultrysite.com/articles/2327/global-poultry-trends-asia-leads-output-of-duck-and-goose-meat/>
- Anon., 2015.** Livestock and Poultry: World Markets and Trade. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. Office of Global Analysis.
- Baeza E., Salichon M. R., Marche G., Wacrenier N., Dominguez B., Culoli J., 2000.** Effects of age and sex on the structural, chemical and technological characteristics of mule duck meat. *British poultry science*, 41, 300–307.
- Baeza E., Dessay C., Wacrenier N., Marche G., Listrat A., 2002.** Effect of selection for improved body weight and composition on muscle and meat characteristics in Muscovy duck. *British Poultry Science* 43, 560–568.
- Baeza E., Rideau N., Chartrin P., Davail S., Hoo-Paris R., Mourot J., Guy G., Bernadet M.D., Juin H., Meteau K., Hermier D., 2005.** Canards de Barbarie, Pékin et leurs hybrides: aptitude à l'engraissement. *INRA Productions Animales* 18, 2, 131–141.
- Baltić Ž. M., Bošković M., Ivanović J., Janjić J., Dokmanović M., Marković R., Baltić T., 2014.** Bioactive peptides from meat and their influence on human health. *Tehnologija mesa* 55, 1, 8–21.
- Berri C., Le Bihan-Duval E., Baéza E., Chartrina P., Picgirard L., Jehlc N., Quintina M., Picarda M., Ducleosa M. J., 2005.** Further processing characteristics of breast and leg meat from fast-, medium- and slow-growing commercial chickens. *Animal Research* 54, 123–134.
- Bilgili S. F., 2002.** Poultry meat processing and marketing – what does the future hold? *Poultry international* 10, 41, 12–22.
- Chartrin P., Schiavone A., Bernadet M. D., Guy G., Mourot J., Duclos M. J., Baeza E., 2005.** Effect of genotype and overfeeding on lipid deposition in myofibres and intramuscular adipocytes of breast and thigh muscles of ducks. *Reproduction Nutrition and Development* 45, 87–99.
- Chartrin P., Meteau K., Juin H., Bernadet M. D., Guy G., Larzul C., Baéza E., 2006.** Effects of intramuscular fat levels on sensory characteristics of duck breast meat. *Poultry Science*, 85, 5, 914–922.
- Costet P., 2010.** Molecular pathways and agents for lowering LDL-cholesterol in addition to statins. *Pharmacology & Therapeutics*. 126, 263–278.
- Evans T., 2004.** Significant growth in duck and goose production over the last decade. *Poultry International*, 38–39.
- Gasser U., Grosch W., 1990.** Z Lebensm Unters Forsch. Primary odorants of chicken broth. A comparative study with meat broths from cow and ox. 190, 3–8.

- Girard J. P., Culioli J., Denoyer C., Berdague J., and Touaille C., 1993.** Discrimination de deux populations chez deux espèces de volaille sur la base de leur composition en lipides. *Arch. Geflügelgelkd.* 57, 9–15.
- Glamočlija N., Drljačić A., Mirilović M., Marković R., Ivanović J., Lončina J., Baltić M. Ž. 2013.** Analysis of poultry meat production volume in Serbia from 1984. to 2009. *Veterinarski glasnik*, 67, 3–4, 269–278.
- Ioniță L., Popescu-Micloșanu E., Roibu C., Custură I., 2010.** Bibliographical study regarding the quails' meat quality in comparison to the chicken and duck meat. *Lucrări Științifice-Seria Zootehnie*, 56, 224–229.
- Kang, S. H., Kang, C. J., Lim, Y. T., & Sung, S. H., 2010.** Effect of Duck-meat Intake on Adult Disease Risk Factors in Adult Human Males. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 30, 6, 951–956.
- Kim J. S. and Kim W. K., 2003.** Effects of duck extract on lipids in rats. *The Korean Journal of Nutrition*, 10, 3–8.
- Lawrie R. A., 1991.** Meat Science, 5th edition. Pergamon Press, Oxford, England, 125–131.
- Lesiow T., Sazmankö 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.
- Mazanowski A., Ksiazkiewicz J., 2004.** Comprehensive evaluation of meat traits of ducks from two sire strains. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 13, 1, 173–182.
- Miller R. K., 1994.** Quality characteristic. In: Muscle Foods. Kinsman, D.M., Kotula, A.W., and Breidenstein, B.C. (eds.). Chapman&Hall, NY, 296–332.
- Pingel H., 2004.** Duck and geese production. *World poultry*, 20, 8, 26–28.
- Prinsloo J. F., Schoonbee H. J., Theron J., 1999.** The production of poultry in integrated aquaculture-agriculture systems. *Water SA*, 25, 2, 221–230.
- Ristić M., Damme K., Freudenreich P., 2006.** Schlachtkörperwert von Enten und Gänsen in Abhängigkeit von Herkunft und Alter der Tiere, 107–110.
- Ristić M., 2007.** Hemski sastav mesa brojlera u zavisnosti od porekla i godine proizvodnje. *Tehnologija mesa* 48, 5–6, 203–207.
- Ristić M., Damme K., 2013.** Significance of pH-value for meat quality of broilers – influence of breed lines. *Veterinarski glasnik* 67, 67–73.
- Syed R. A., 2002.** Augmenting the family income through integrated fish-duck farming. *World poultry* 18, 4, 21.
- Witak B., 2008.** Tissue composition of carcass, meat quality and fatty acid content of ducks of a commercial breeding line at different age. *Archiv Fur Tierzucht*, 51, 3, 266.
- Witkiewicz K., 2000.** Zootometric measurements, slaughter value and chemical composition of the breast muscle in two strains of ducks of Pekin type. *Animal Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*, 330, 231–24.
- Woloszyn J., Okruszek A., Orkusz A., Werenśka M., Książkiewicz J., Grajeda H. 2011.** Effect of duck genotype on leg muscle properties. *Arch Tierz*, 54, 649–660.
- Zanusso J., Rémygnon H., Guy G., Manse H., Babilé R., 2003.** The effects of overfeeding on myofibre characteristics and metabolical traits of the breast muscle in Muscovy ducks (*Cairina moschata*). *Reproduction Nutrition Development*, 43, 1, 105–115.

Duck meat in human nutrition

Bašić Meho, Ivanović Jelena, Mahmutović Hava, Zenunović Amir, Marković Radmila, Janjić Jelena, Đorđević Vesna, Baltić Ž. Milan

Summary: Meat represents food of high biological and nutritional value. Production of poultry meat in the world is continually increasing. Production of duck meat is an important segment of agricultural production in many Asian countries, compared to European countries. In Asia, about 82.6% of the total production of duck meat is produced. According to FAO (Food and Agriculture Organization) data, eight countries from Asia are in the first fifteen world producers of duck meat. In addition to meat, eggs and duck meat products are produced in these countries. Nutritional quality aspect of duck meat is associated with the fat content and composition, oxidative stability, the content of vitamins and minerals, while the sensory quality with the color, marbling, tenderness, juiciness, flavor and taste. These properties depend on several factors that mutually influence each other, among which the most important is the genotype of ducks, nutrition, housing of ducks, climatic conditions, the pre-slaughter treatment of ducks, and way of preserving duck meat. Duck meat is well accepted by consumers because of its sensory properties, high levels of phospholipid content, flavor precursors. Also it has a high content of unsaturated fatty acids that make 60% of total lipids. Because of the nutritional and sensory properties, duck meat is now often recommended in the diet of patients suffering from hypertension, neuralgia, atherosclerosis, tuberculosis and various forms of gastroenteritis.

Keywords: production, meat quality, consumer health.

Rad primljen: 20.07.2015.

Rad prihvaćen: 27.07.2015.

Uticaj pakovanja u modifikovanoj atmosferi i vakuumu na očuvanje senzornih svojstava odrezaka šarana (*Cyprinus carpio*)

Babić Jelena¹, Milijašević Milan¹, Dimitrijević Mirjana²

Sadržaj: Cilj ovih istraživanja bio je da se ispita uticaj pakovanja u modifikovanoj atmosferi i vakuumu na promene oda-branih senzornih karakteristika odrezaka šarana (boja i konzistencija mesa, miris odrezaka i ukupna prihvatljivost) i da se ustanovi najprihvatljivija smeša gasova za pakovanje ove slatkodavne vrste ribe. Za potrebe ovog istraživanja, formirane su tri grupe uzoraka odrezaka šarana. Prve dve grupe upakovane su u modifikovanu atmosferu sa različitim odnosom gasova: 60% CO₂ + 40% N₂ (I grupa) i 40% CO₂ + 60% N₂ (II grupa), dok je III grupa upakovana u vakuum. Svi uzorci su čuvani pri istovetnim uslovima na temperaturi od +3°C, a zatim su nultog, četvrtog, sedmog, devetog, dvanaestog i petnaestog dana čuvanja obavljeni ispitivanja. Rezultati ispitivanja pokazali su da uzorci pakovani u atmosferu sa 60% ugljen-dioksida i 40% N₂ ostaju nepromenjeni do dvanaestog, a uzorci pakovani u atmosferu sa 40% ugljen-dioksida i 60% N₂ do devetog dana čuvanja. Odresci šarana upakovani u vakuum ostaju nepromenjeni do sedmog dana čuvanja.

Pakovanjem u modifikovanoj atmosferi, naročito u atmosferi sa 60% ugljen-dioksida i 40% N₂, može značajno da se produži održivost odrezaka šarana.

Ključne reči: odresci šarana, senzorna svojstva, održivost, modifikovana atmosfera (MAP).

Uvod

Riba u ishrani ljudi ima veliki značaj, a njena potrošnja naročito se povećala od 1995. godine, kada je svet počeo da shvata značaj njene hraničive vrednosti (Baltić i dr., 2009). Razlog za povećanu potrošnju ove namirnice jeste i saznanje da je meso ribe u mnogo manjoj meri uzrok zoonoza u odnosu na meso stoke za klanje, kao i to da je značajno manje opterećeno različitim aditivima koji se u savremenoj proizvodnji koriste u svinjarstvu i živinarstvu.

Potreba za svežom kvalitetnom ribom u svetu je iz dana u dan sve veća. Potrošači ribu procenjuju na osnovu nekoliko parametara od kojih su najvažniji bezbednost za konzumiranje, nutritivne karakteristike, ukus, miris, boja, tekstura, pogodnost za kulinarsku obradu i konzervisanje (Haard, 1992; Huss, 1995).

Kvalitet ribljeg mesa zavisi od vrste, starosti i ambijenta u kojem žive ribe. Poznato je da je meso grabljivica (som, smuđ, štuka, jegulja i dr.) ukusnije

od mesa riba omnivora ili onih koje se hrane planktonskim organizmima i makrofitskom vegetacijom. Najboljeg kvaliteta je meso dvogodišnjih riba jer je kod mlađih kategorija sadržaj vode u muskulaturi veći a kod starijih primeraka mišićna vlakna su grublja, žilavija i suvlja. Meso rečnih riba je ukušnije od mesa jezerskih i riba koje se gaje u ribnjacima, međutim, zbog česte zagadenosti rečnih tokova mogu se nekad konstatovati razni propратni neprijatni mirisi (Ćirković i dr., 2002). Opšte rašireno gledište je da meso jezerskih riba ima karakterističan miris na mulj. Ukus koji podseća na mulj potiče od produkata razgradnje modrozelenih algi koji se talože u masnom tkivu riba. Ovaj ukus može se lako odstraniti ako se živa riba na nekoliko dana ostavi u svežoj vodi.

Boja je veoma važan parametar kvaliteta ribe. U stvari, boja gotovo trenutno određuje prihvatljivost ribe kao namirnice. Potrošači će odbaciti ribu koja ima ribi nesvojstvenu boju pošto znaju da ona

Napomena: Istraživanja su sprovedena u okviru realizacije projekta TR 31011 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

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

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

može biti znak kvara ili neadekvatnog načina obrade (*Klaui i Bauernfeind*, 1981). Najtraženije su ribe čije je meso izrazito bele ili ružičaste boje. Meso većine riba koristi se odmah posle čišćenja, bez procesa zrenja. Izuzetak čine starije kategorije ribe koje se posle čišćenja drže na ledu ili u salamuri, odnosno u marinadi 24 časa pred pripremu. Zrenje ribljeg mesa odigrava se kao i kod mesa toplokrvnih životinja. Pošto mišićno tkivo ribe nema opne, fascia i aponeuroza lako podleže kvaru nego meso toplokrvnih životinja.

Na teksturu mesa ribe utiče nekoliko faktora među kojima su najbitniji stepen rigor mortisa, količina i vrsta masnih kiselina, raspoređenost masti u mišićima i aktivnost ribe pre samog izlova (*Mohr*, 1986). Plivanje poboljšava teksturu mesa ribe, jer sprečava omekšavanje mesa posle izlova i povećava sadržaj crvenih mišića (ribe umerene brzine) ili belih mišića (ribe velike brzine) (*Davison i Goldspink*, 1977). Drugi faktor koji utiče na teksturu mesa ribe je njena veličina. Broj i veličina mišićnih ćelija su direktno proporcionalni veličini ribe. Zbog toga veće ribe imaju čvršće meso u poređenju sa manjim ribama iste vrste (*Love*, 1988).

U najvećem broju slučajeva kvar ribe i proizvoda od ribe nastaje usled pojave neprijatnog mirisa i ukusa kao posledica metabolitičkih procesa bakterija (*Gram i dr.*, 2002). Na kraju perioda održivosti, kao posledica bakterijskog rasta stvaraju se različita jedinjenja male molekulske mase, kao što su sumporna jedinjenja (H_2S i CH_3SH), isparljive masne kiseline i amonijak (*Siverstvik i dr.*, 2002). Razgradnjom aminokiselina koje sadrže sumpor, kao što su cistein i metionin, i posledičnim stvaranjem vodonik-sulfida i metilmerkaptana nastaje neprijatan truležni miris i miris sumpora, koji su najčešće posledica metabolitičke aktivnosti enterobakterija i homofermentativnih *Lactobacillus spp.* vrsta. Kao posledica razmnožavanja bakterija mlečne kiseline nastaju mlečna i sirčetna kiselina koje dovode do nastanka neprijatnog kiselog mirisa, koji karakteriše kvar mesa upakovanih u vakuum ili modifikovanu atmosferu bez prisustva kiseonika (*Gram i Huss*, 1996). Tipičan oštar („fishy“) miris koji je specifičan miris za pokvarenu ribu posledica je redukcije trimetilaminoksida u anaerobnoj respiraciji sulfitedeključih bakterija i nastanka trimetilamina (*Jørgensen i dr.*, 1988).

Mikrobiološki kvar hrane može imati različite forme, ali su sve one posledica mikrobiološkog rasta i manifestuju se promenama u senzornim karakteristikama. Zbog razgradnje sastojaka hrane i rasta mikroorganizama dolazi do pojave neprijatnog mirisa i ukusa, kao i stvaranja vidljivih pigmentiranih ili nepigmentiranih kolonija. Sinteza polisaharidnih

ekstracelularnih materija i difuznog pigmenta doveđe do senzornih promena u vidu formiranja sluzi i diskoloracija (*Gram i Huss*, 1996).

Sa druge strane, hemijske promene kao što su autooksidacija ili enzimska hidroliza na mastima mogu da dovedu do pojave neprijatnog mirisa i ukusa ili, u drugom slučaju, aktivnost tkivnih enzima može da dovede do neprihvatljivog omekšavanja mesa. Parametri procesa proizvodnje, zajedno sa temperaturom skladištenja, kao i način pakovanja određuju da li će pojava kvara biti posledica mikrobiološke aktivnosti ili biohemijskih promena, ili kombinacija oba mehanizma (*Siverstvik i dr.*, 2002).

Rastuća potreba za svežom ribom dovela je do pojave novih tehnologija, pakovanja u modifikovanu atmosferu (MAP), koje se koristi u cilju produženja roka održivosti i očuvanja određenih senzornih svojstava proizvoda. Svrha ove tehnologije je da se produži održivost hrane sprečavanjem ili usporavanjem biohemijskih procesa (oksidacija masti, formiranje metmioglobina) i rasta bakterija kvara (*Milijašević i dr.*, 2008). Gasovi koji se najviše koriste u tehnologiji pakovanja u modifikovanu atmosferu su ugljen-dioksid (CO_2), kiseonik (O_2) i azot (N_2) (*Martinez i dr.*, 2006). Njihove uloge u modifikованoj atmosferi su veoma različite. Dok je N_2 inertan gas kome je zadatak da spreči kolaps pakovanja, CO_2 može inhibirati rast nekoliko vrsta mikroorganizama, posebno onih koji izazivaju nastanak kvara i neprijatnih mirisa kod namirnica koje se čuvaju na temperaturi frižidera. Prednost ugljen-dioksida je i što nije toksičan za ljude (*Siverstvik i dr.*, 2002). Kiseonik ima značajnu ulogu u MAP-u, pogotovo u pakovanju svežeg mesa (*Martinez i dr.*, 2006). Prisustvo kiseonika održava pigment mioglobin u mesu u oksigenisanoj formi, oksimioglobinu, i, na taj način, daje mesu svetlocrvenu boju, prihvatljuvu za potrošača.

Iako su i drugi gasovi, kao što su azot-oksid, sumpor-dioksid, etilen, hlor, ozon i propilen-oksid eksperimentalno korišćeni, oni se ne primenjuju u MAP tehnologiji zbog bezbednosti proizvoda, propisa koji ograničavaju njihovu upotrebu i cene pakovanja (*Brody*, 2003). Mešavine gasova sa visokom koncentracijama CO_2 i N_2 su privukle najveću pažnju istraživača koji su se tokom proteklih decenija bavili problematikom pakovanja ribe.

Slatkovodne ribe, koje se najviše koriste u ishrani ljudi u Srbiji, su šaran i pastrmka. One se na tržištu mogu da nađu žive, poleđene (sa rokom trajanja do pet dana), sveže upakovane u vakuum (rok trajanja do sedam dana) ili u vidu raznih proizvoda sa različitim rokovima trajanja. Na tržištu Srbije

nisu zastupljeni šaran i pastrmka upakovani u modifikovanu atmosferu.

Cilj ovih istraživanja bio je da se ispita uticaj pakovanja u modifikovanoj atmosferi i vakuumu na promene senzornih svojstava i period održivosti odrezaka šarana i da se ustanovi najpodesnija smeša gasova za pakovanje ove slatkovodne vrste ribe.

Materijal i metode

Konzumni šaran (*Cyprinus carpio*), koji je korišćen u eksperimentu, poticao je iz ribnjaka koji se nalazi u ravničarskom delu Srbije, u kome je primenjen poluentenzivni način uzgoja ribe. Za eksperiment su korišćeni dvogodišnji šarani prosečne mase 2,5 kg. Šarani su živi preneti do pogona za klanje i preradu ribe, gde su omamljeni, zaklani, očišćena im je krljušt, a trup je isečen na adreske debljine 2 cm, pri čemu je od jednog trupa dobijeno po 6 odrezaka. Prosečna masa adreske bila je 220 g.

Formirane su tri grupe uzoraka. Prve dve grupe su upakovane u modifikovanu atmosferu sa različitim odnosom gasova: 60% CO₂ + 40% N₂ (I grupa) i 40% CO₂ + 60% N₂ (II grupa), dok je III grupa upakovana u vakuum. Za pakovanje uzoraka upotrebljena je mašina za pakovanje „Variovac“ (Variovac Primus, Zarrentin, Nemačka). Kao materijal za pakovanje korišćena je folija OPA/EVOH/PE (orientisani poliamid/etilen vinil alkohol/polietilen, Dynopack, Polimoon, Kristiansand, Norveška) sa niskom propustljivošću za gas (stepen propustljivosti za O₂ – 3,2 cm³/m²/dan pri 23°C; za N₂ – 1 cm³/m²/dan pri 23°C; za CO₂ – 14 cm³/m²/dan pri 23°C i za vodenu paru 15 g/m²/dan pri 38°C). Odnos gas/uzorak u pakovanju bio je 2:1.

Nakon pakovanja sve tri grupe uzoraka su iz pogona transportovane na strogo kontrolisanim temperaturnom režimu od +2°C u laboratoriju. Uzorci su u laboratoriji čuvani pri temperaturi od +3°C tokom 15 dana i u tom periodu, 0, 4, 7, 9, 12. i 15. dana eksperimenta, praćene su promene senzornih svojstava odrezaka šarana. Opisani postupak uzorkovanja, obrade, transportovanja i ispitivanja odrezaka šarana obavljen je nakon prolećnog (aprila) i istovetno nakon jesenjeg (oktobar) izlova šarana.

Ocena senzornih svojstava

Uzorke sve tri grupe odrezaka šarana upakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova ocenjivala je grupa od šest obučenih ocenjivača. Odabir, obuka i praćenje sposobnosti ocenjivača izvršeno je prema standardu SRPS EN ISO 8586-2:2012. Uzorci su ispitani u prostorijama koje su projektovane prema

zahtevima standarda SRPS EN ISO 8589:2012. Senzorna ocena obavljena je kvantitativno deskriptivnom analizom (SRPS ISO 6658:2013 i SRPS ISO 4121:2013) i obuhvatala je ocenu boje mesa, konzistencije, mirisa i ukupne prihvatljivosti sirovih odrezaka šarana. Za svaku osobinu data je intervalna skala sa ocenama od 1 do 7, pri čemu je jedinica označavala najmanju prihvatljivost, a sedmica najveću prihvatljivost ispitane osobine. Granica prihvatljivosti tj. održivosti odrezaka šarana definisana je nastankom kvara, odnosno ocenom manjom od tri.

Metode statističke obrade podataka

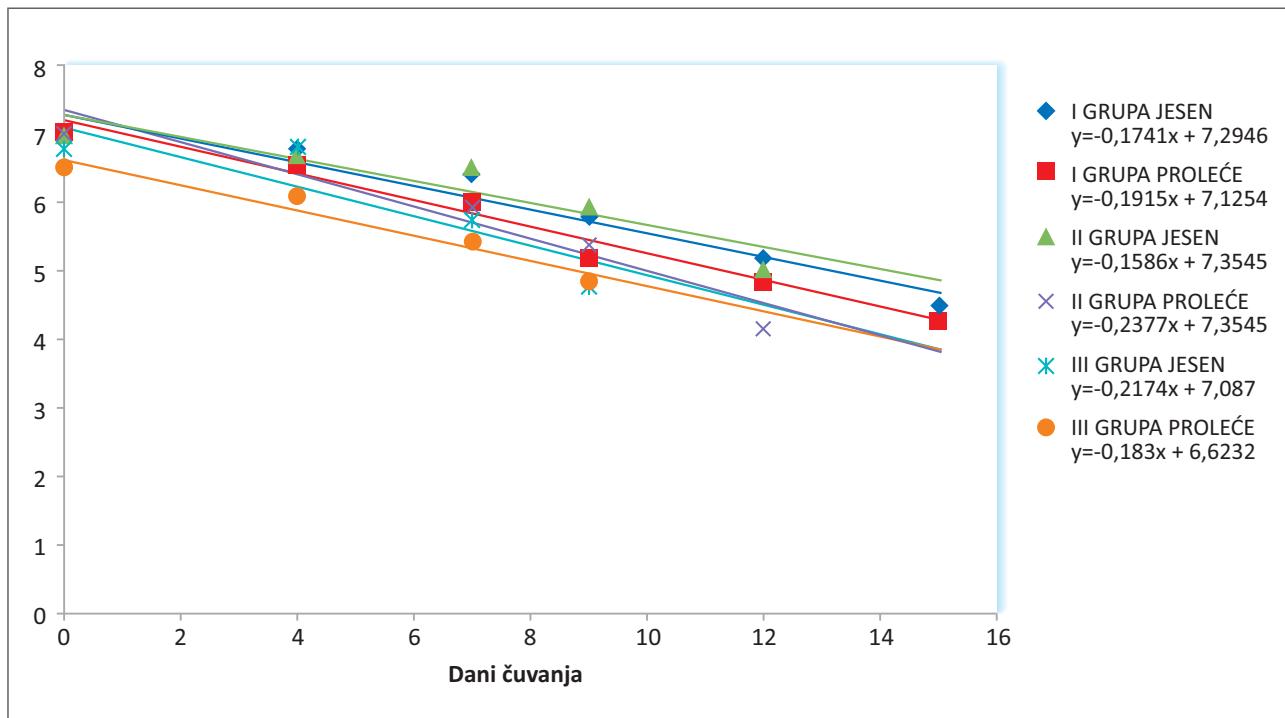
Za statističku obradu podataka (srednja vrednost, mera varijacije, t-test, analize varijanse, linearna regresija) korišćen je program Microsoft Excel 2007.

Rezultati i diskusija

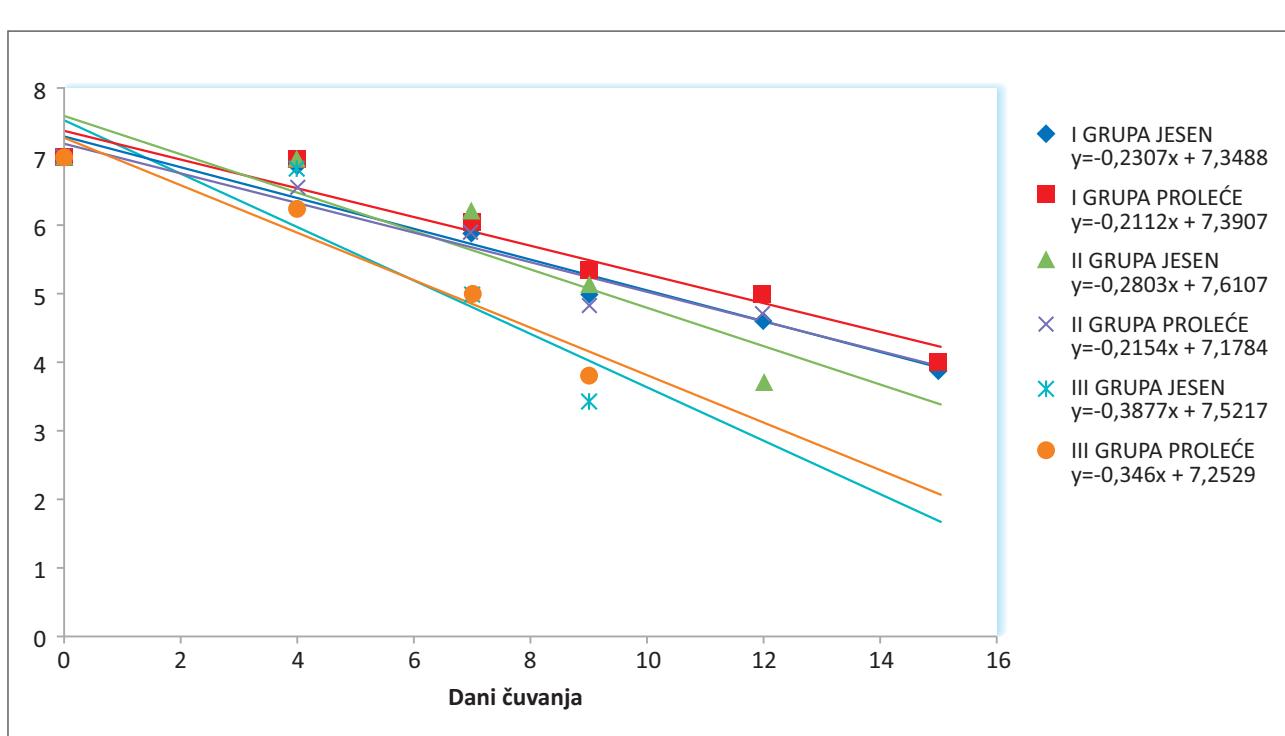
Boja mesa odrezaka šarana

Nultog dana ispitivanja, između prosečne ocene boje mesa odrezaka šarana pakovanih posle jesenjeg i prolećnog izlova iz I ($7,00 \pm 0,00$ i $7,00 \pm 0,00$ respektivno), II ($7,00 \pm 0,00$ i $7,00 \pm 0,00$ respektivno) i III grupe ($6,75 \pm 0,41$ i $6,50 \pm 0,44$ respektivno) nije ustanovljeno postojanje statistički značajne razlike $p > 0,05$. Tokom celog perioda ispitivanja statistički značajna razlika nije ustanovljena ($p > 0,05$) poređenjem prosečne ocene boje mesa uzoraka iz I i III grupe koji su pakovani nakon prolećnog i jesenjeg izlova. Razlika u prosečnoj oceni boje mesa odrezaka šarana II grupe, ustanovljena je 9. dana ($p < 0,05$), kao i 12. dana ispitivanja ($p < 0,01$) u korist uzoraka koji su pakovani nakon jesenjeg izlova ($5,91 \pm 0,50$ i $5,00 \pm 0,31$ respektivno), a u odnosu na uzorke pakovane nakon prolećnog izlova ($5,33 \pm 0,25$ i $4,16 \pm 0,25$ respektivno).

Na osnovu zavisnosti koje su dobijene linearnom regresijom i koje su prikazane u grafikonu 1 može se videti da prosečne ocene boje mesa uzoraka sve tri grupe odrezaka šarana opadaju u toku eksperimenta. Naši rezultati pokazuju da je promena prosečne ocene boje mesa bila najizraženija kod uzoraka koji su pakovani u atmosferu koja se sastojala od 40% CO₂ i 60% N₂ nakon prolećnog izlova, kao i kod uzoraka koji su pakovani u vakuum nakon jesenjeg izlova. Bez obzira na utvrđene razlike, boja mesa je tokom celog perioda ispitivanja kod sve tri grupe uzoraka kako nakon prolećnog, tako i nakon jesenjeg izlova bila prihvatljiva.



Legenda/Legend: I grupa jesen/I group autumn; I grupa proleće/I group spring; II grupa jesen/II group autumn; II grupa proleće/II group spring; III grupa jesen/III group autumn; III grupa proleće/ III group spring; Dani čuvanja/Storage days



Legenda/Legend: I grupa jesen/I group autumn; I grupa proleće/I group spring; II grupa jesen/II group autumn; II grupa proleće/II group spring; III grupa jesen/III group autumn; III grupa proleće/ III group spring; Dani čuvanja/Storage days

Konzistencija odrezaka šarana

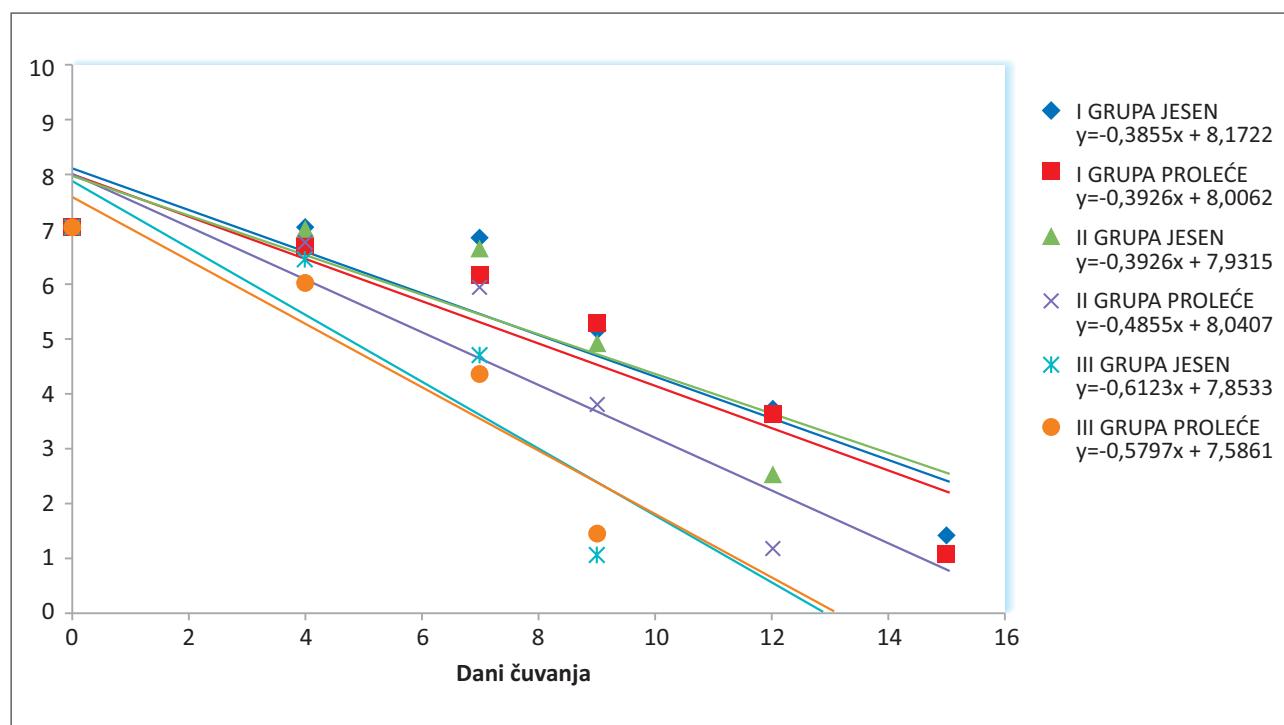
Ustanovljeno je da se prosečna ocena konzistencije odrezaka šarana na početku ispitivanja između grupa uzoraka nije statistički značajno razlikovala ($p > 0,05$), a u zavisnosti od sezone pakovanja. Statistički značajna razlika nije ustanovljena između prosečne ocene konzistencije uzoraka iz I i III grupe pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova tokom celog perioda skladištenja ($p > 0,05$). Razlika u prosečnoj oceni konzistencije odrezaka šarana II grupe, ustanovljena je samo 12. dana ispitivanja ($p < 0,01$) u korist uzoraka koji su pakovani nakon prolećnog izlova ($4,66 \pm 0,40$), a u odnosu na uzorce pakovane nakon jesenjeg izlova ($3,66 \pm 0,51$). Na osnovu zavisnosti koje su dobijene linearnom regresijom i koje su prikazane u grafikonu 2 može se videti da u toku eksperimenta u uzorcima sve tri grupe prosečna ocena konzistencije opada. S obzirom da je u III grupi uzoraka pakovanih nakon prolećnog (0,34) i jesenjeg izlova (0,38) vrednost koeficijenta „b“ bila najveća, može se zaključiti da je u toj grupi promena konzistencije bila najizraženija. Tokom celog perioda ispitivanja konzistencija sve tri grupe odrezaka šarana, bez obzira na sezonu pakovanja, ocenjena je kao prihvatljiva.

Miris odrezaka šarana

Na početku ispitivanja prosečna ocena mirisa odrezaka šarana nije se statistički značajno razlikovala ($p > 0,05$) između grupa, koje su pakovane nakon jesenjeg i prolećnog izlova.

Kod I grupe uzoraka razlika u prosečnoj oceni mirisa, ustanovljena je 4. i 7. dana ispitivanja ($p < 0,01$) u korist uzoraka koji su pakovani nakon jesenjeg izlova ($7,00 \pm 0,00$ i $6,83 \pm 0,40$ respektivno), a u poređenju sa uzorcima pakovanim nakon prolećnog izlova ($6,66 \pm 0,25$ i $6,16 \pm 0,25$ respektivno). Miris je ocenjen kao neprihvatljiv kod odrezaka šarana I grupe 15. dana ispitivanja, kako nakon jesenjeg, tako i nakon prolećnog izlova ($1,33 \pm 0,40$ i $1,00 \pm 0,00$ respektivno).

Miris odrezaka šarana II grupe koji su pakovani nakon prolećnog izlova ($5,91 \pm 0,20$; $3,75 \pm 0,27$ i $1,16 \pm 0,25$ respektivno) bio je statistički značajno ($p < 0,01$) lošije ocenjen 7, 9. i 12. dana ispitivanja u odnosu na miris uzoraka II grupe koji su pakovani nakon jesenjeg izlova ($6,66 \pm 0,51$; $4,91 \pm 0,50$ i $2,50 \pm 0,63$ respektivno). Međutim, bez obzira na ustanovljene razlike, miris odrezaka šarana II grupe ocenjen je kao neprihvatljiv 12. dana eksperimenta kod obe sezone pakovanja.



Grafikon 3. Zavisnost promene mirisa odrezaka šarana od vremena čuvanja

Graph 3. The changes in odor of carp filets depending on the storage time

Legenda/Legend: I grupa jesen/I group autumn; I grupa proleće/I group spring; II grupa jesen/II group autumn; II grupa proleće/II group spring; III grupa jesen/III group autumn; III grupa proleće/III group spring; Dani čuvanja/Storage days

Kod uzorka III grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ($p > 0,05$) u prosečnoj oceni mirisa tokom celog perioda ispitivanja, a u zavisnosti od sezone pakovanja. Miris odrezaka šarana III grupe ocenjen je kao neprihvatljiv 9. dana eksperimenta kako nakon jesenjeg, tako i nakon prolećnog izlova ($1,00 \pm 0,00$ i $1,41 \pm 0,50$ respektivno).

Tokom celog perioda ispitivanja prosečne senzorne ocene mirisa uzorka sve tri grupe odrezaka šarana su opadale, što se može videti iz zavisnosti dobijenih linearnom regresijom a koje su prikazane u grafikonu 3. Naši rezultati ukazuju da je promena mirisa bila najizraženija u ribi upakovanoj u vakuumu nakon jesenjeg i prolećnog izlova. Visoke ocene mirisa dobili su uzorci odrezaka šarana upakovani u modifikovanu atmosferu koja se sastojala od 60% CO₂ i 40% N₂ (I grupa) i one su uticale na visoke ocene ukupne prihvatljivosti, s obzirom da miris predstavlja najznačajnije senzorno svojstvo u procesi svežine i prihvatljivosti ribe kao namirnice.

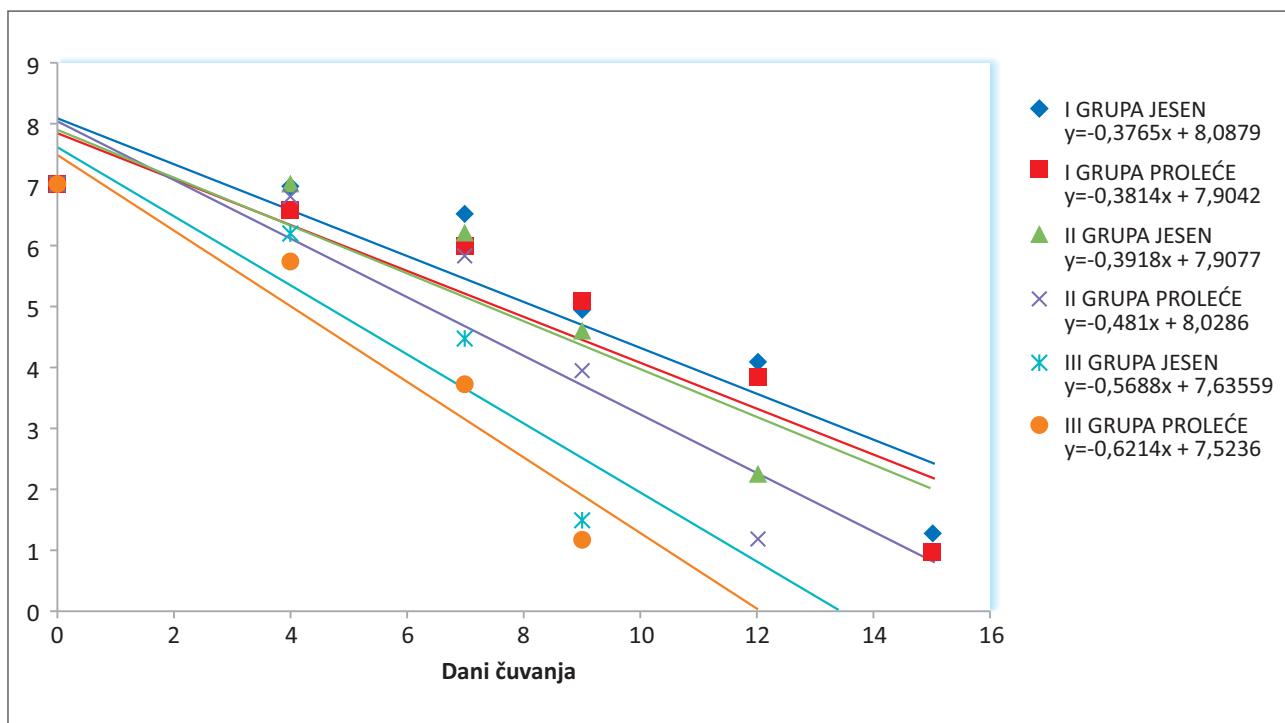
Ukupna prihvatljivost odrezaka šarana

Prosečna ocena ukupne prihvatljivosti odreza šarana na početku ispitivanja između grupe uzorka nije se statistički značajno razlikovala ($p > 0,05$), kako nakon jesenjeg, tako i nakon prolećnog izlova.

Odresci šarana I grupe bili su ocenjeni kao prihvatljivi prvih 12 dana ispitivanja, a ocene su bile statistički značajno veće ($p < 0,05$) 4. i 15. dana ispitivanja kod uzorka pakovanih posle jesenjeg izlova ($7,00 \pm 0,00$ i $1,25 \pm 0,27$ respektivno), a u odnosu na uzorke pakovane posle prolećnog izlova ($6,58 \pm 0,37$ i $1,00 \pm 0,00$ respektivno). Petnaestog dana, uzorci su bili neprihvatljivi u pogledu senzornih osobina, kada su ocenjivači konstatovali kvar odrezaka šarana.

Razlika u prosečnoj oceni prihvatljivosti odreza šarana II grupe, ustanovljena je 9. dana ($p < 0,05$), kao i 12. dana ispitivanja ($p < 0,01$) u korist uzorka koji su pakovani nakon jesenjeg izlova ($4,58 \pm 0,50$ i $2,25 \pm 0,41$ respektivno), a u odnosu na uzorke pakovane nakon prolećnog izlova ($3,91 \pm 0,37$ i $1,16 \pm 0,40$ respektivno). Međutim, bez obzira na ustanovljene razlike, kod uzorka II grupe, kvar je konstatovan 12. dana eksperimenta kod obe sezone pakovanja.

Kod uzorka III grupe prihvatljivost nakon prolećnog izlova ($3,75 \pm 0,27$) bila je lošije ocenjena ($p < 0,05$) 7. dana ispitivanja, u odnosu na prihvatljivost nakon jesenjeg perioda pakovanja ($4,50 \pm 0,54$). Uzorci III grupe ocenjeni su kao neprihvatljivi 9. dana eksperimenta, kako nakon jesenjeg, tako i



Grafikon 4. Zavisnost promene ukupne prihvatljivosti odrezaka šarana od vremena čuvanja

Graph. 4. The changes in general acceptability of carp filets depending on the storage time

Legenda/Legend: I grupa jesen/I group autumn; I grupa proleće/I group spring; II grupa jesen/II group autumn; II grupa proleće/II group spring; III grupa jesen/III group autumn; III grupa proleće/ III group spring; Dani čuvanja/Storage days

nakon prolećnog izlova ($1,50 \pm 0,44$ i $1,16 \pm 0,25$ re-spektivno).

Na osnovu zavisnosti dobijenih linearnom regresijom koje su prikazane u grafikonu 4 može se videti da su prosečne ocene ukupne prihvatljivosti sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana opadale u toku ispitivanja, što su u svojim istraživanjima utvrdili i *Provincial i dr.*, 2010; *Hudecova i dr.*, 2010; *Hansen i dr.*, 2009; *Babić i dr.*, 2009; *Wang i dr.*, 2008; *Stamatis i Arkoudelos*, 2007; *Sivertsvik i dr.*, 2003; *Gimenéz i dr.*, 2002; *Ruiz-Capillas i Moral*, 2001. Zajedničko za rezultate ispitivanja navedenih autora i naše rezultate je da su uzorci ribe pakovani u različitim smešama gasova uvek pokazivali veće senzorne ocene ukupne prihvatljivosti, a samim tim i veću održivost, u odnosu na ispitane uzorke čuvane pre svega na vazduhu, ali isto tako pakovane i u vakuumu.

U našim ispitivanjima rezultati pokazuju da su najveće prosečne ocene ukupne prihvatljivosti, koje su bile i statistički značajno veće, ustanovljene za uzorke pakovane u atmosferi koja se sastojala od 60% CO₂ i 40% N₂ tj. za uzorke iz I grupe. Odresci šarana sa nešto manjim prosečnim ocenama ukupne prihvatljivosti bili su upakovani u smeši gasova sa 40% CO₂ i 60% N₂ (II grupa), i najmanje prosečne ocene ukupne prihvatljivosti imali su uzorci upakovani u vakuumu (III grupa). Statistički značajno veće senzorne ocene u toku skladištenja ustanovili su *Masniyom i dr.* (2002) za uzorke fileta brancina upakovane u različite smeše gasova u odnosu na uzorke čuvane na vazduhu, a slične rezultate dobili su i *Goulas i Kontominas*, (2007) koji su ispitivali skušu upakovani u modifikovanoj atmosferi i vakuumu. Dobijanje takvih rezultata može biti i potvrđena tvrdnje *Murcie i dr.* (2003) da hrana pakovana u

modifikovanoj atmosferi zadržava prirodniji i lepsi izgled u odnosu na onu koja je pakovana u vakuumu.

Na osnovu prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti, izvršili smo kategorizaciju uzoraka odrezaka šarana u pet klase. Prosečnu ocenu ukupne prihvatljivosti koja se nalazi između 6 i 7 imali su uzorci odličnog kvaliteta, senzornu ocenu ukupne prihvatljivosti od 5 do 6 imali su uzorci veoma dobrog kvaliteta, prosečnu senzornu ocenu između 4 i 5 imali su uzorci dobrog kvaliteta, prosečne ocene između 3 i 4 imali su uzorci zadovoljavajućeg kvaliteta, dok su prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti ispod 3 kategorisale uzorke koji su bili nezadovoljavajućeg kvaliteta, odnosno koji su bili ocenjeni kao neprihvatljivi za ljudsku ishranu.

Zaključak

Različite smeše gasova kao i pakovanje u vakuumu nisu značajno uticali na promenu boje i konzistencije odrezaka šarana i oni su ostali svojstveni do kraja eksperimenta.

Na procenu svežine i prihvatljivost ribe najviše je uticala prosečna ocena mirisa, tako da se na osnovu dobijenih rezultata može zaključiti da je održivost odrezaka šarana u smeši gasova koja se sastojala od 60% CO₂ i 40% N₂ (I grupa) bila 12 dana, dok su uzorci pakovani u smešu gasova sa 40% CO₂ i 60% N₂ (II grupa) bili održivi 9 dana. Odresci šarana upakovani u vakuum (III grupa) bili su održivi 7 dana.

Kao najprihvatljivija smeša za pakovanje svežih odrezaka šarana u pogledu odabranih senzornih svojstava kao što su boja, konzistencija, miris i ukupna prihvatljivost pokazala se smeša gasova sa 60% CO₂ i 40% N₂.

Literatura

- Babić J., Milijašević M., Baltić Ž. M., Spirić A., Lilić S., Jovanović J., Đorđević M., 2009.** Uticaj različitih smeša gasova na očuvanje senzornih svojstava odrezaka šarana (*Cyprinus carpio*). Tehnologija mesa, 50, 5–6, 328–334.
- Baltić Ž. M., Kilibarda N., Dimitrijević M., Karabasil N., 2009.** Meso ribe – značaj i potrošnja. IV međunarodna konferencija „Ribarstvo“ 27–29. maj. Poljoprivredni fakultet Beograd. Zbornik predavanja, 280–287.
- Brody A. L., 2003.** „Nano, Nano“ Food Packaging Technology. Journal of Food Technology, 12, 52–54.
- Ćirković M., Jovanović B., Maletin S., 2002.** Ribarstvo. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Davison W., Goldspink G., 1977.** The effect of prolonged exercise on the lateral musculature of the brown trout (*Salmo trutta*). Journal of Experimental Biology, 70, 1–12.
- Gimenéz B., Roncalés P., Beltrán J. A., 2002.** Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82, 1154–1159.
- Goulas A. E., Kontominas M. G., 2007.** Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on the shelf-life of refrigerated chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. European Food Research and Technology, 224, 545–553.
- Gram L., Huss H. H., 1996.** Microbiological spoilage of fish and fish products. International Journal of Food Microbiology, 33, 121–137.
- Gram L., Ravn L., Rasch M., Bruhn J.B., Christensen A.B., Givskov M., 2002.** Food spoilage-interactions between food spoilage bacteria. International Journal of Food Microbiology, 78, 79–97.

- Haard N. F., 1992.** Technological aspects of extending prime quality of seafood: A review. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 1, 9–27.
- Hansen A. A., Mørkøre T., Rudi K., Robotten M., Bjerke F., Eie T., 2009.** Quality changes of prerigor filleted Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) packaged in modified atmosphere using CO₂ emitter, traditional MAP and vacuum. *Journal of Food Science*, 74, 6, 242–249.
- Hudecová K., Buchtová H., Steinhauserová I., 2010.** The effect of modified atmosphere packaging on the microbiological properties of fresh Common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Veterinaria Brno*, 79, 93–100.
- Huss H. H., 1995.** FAO Fisheries technical paper 348. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 1995. Quality and quality changes in fresh fish. <http://www.fao.org/docrep/v7180e/v7180e00.htm>
- Jørgensen B. R., Gibson D. M., Huss H. H., 1988.** Microbiological quality and shelf-life prediction of chilled fish. *International Journal of Food Microbiology*, 6, 4, 295–307.
- Klaui H., Bauernfeind J. C., 1981.** Carotenoids. In: Carotenoids as colorants and vitamin A precursors. Academic Press, New York, 47–317.
- Love R. M., 1988.** The Food Fishes. Their Intrinsic Variation and Practical Implications. Farrand Press, London/Van Nostrand Reinhold, New York.
- Martinez L., Djennane D., Cilla I., Beltran J. A., Roncales P., 2006.** Effect of varying oxygen concentrations on the shelf life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. *Food Chemistry*, 94, 219–225.
- Masniyom P., Benjakul S., Visessanguan W., 2002.** Shelf-life extension of refrigerated seabass slices under modified atmosphere packaging. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 873–880.
- Milijašević M., Velebit B., Turubatović L., Jovanović J., Babić J., 2008.** Uticaj različitih smeša gasova na održivost svežeg junećeg mesa, *Tehnologija mesa*, 49, 5–6, 161–164.
- Mohr V., 1986.** Control of nutritional and sensory quality of cultured fish. in: Seafood Quality Determination, (ed. E.D. Kramer and J. Liston). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 487–496.
- Murcia M. A., Martinez-Tome M., Nicolas M. C., Vera A. M., 2003.** Extending the shelf-life and proximate composition stability of ready to eat foods in vacuum or modified atmosphere packaging. *Food Microbiology*, 20, 671–679.
- Provincial L., Gil M., Guillen E., Alonso V., Roncales P., Beltran J. A., 2010.** Effect of modified atmosphere packaging using different CO₂ and N₂ combinations on physical, chemical, microbiological and sensory changes of fresh sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1828–1836.
- Ruiz-Capillas C., Moral A., 2001.** Residual effect of CO₂ on hake (*Merluccius merluccius* L) stored in modified and controlled atmospheres. *European Food Research Technology*, 212, 4, 413–420.
- Sivertsvik M., Jeksrud W. K., Rosnes J. T., 2002.** A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products – significance of microbial growth, activities and safety. *International Journal of Food Science Technology* 37, 107–127.
- Sivertsvik M., Rosnes J. T., Kleiberg G. H., 2003.** Effect of modified atmosphere packaging and superchilled storage on the microbial and sensory quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. *Journal of Food Science* 68, 4, 1467–72.
- SRPS EN ISO 8586-2, 2012.** Senzorske analize – Opšte uputstvo za odabir, obuku i praćenje ocenjivača – Deo 2: Senzorski ocenjivači (eksperti).
- SRPS EN ISO 8589, 2012.** Senzorske analize, Opšte uputstvo za projektovanje prostorija za ispitivanje.
- SRPS ISO 4121, 2013.** Senzorske analize, Uputstva za korišćenje kvantitativnih skala.
- SRPS ISO 6658, 2013.** Senzorske analize, Metodologija, Opšte uputstvo.
- Stamatis N., Arkoudelos J. S., 2007.** Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on microbial, chemical and sensory quality indicators of fresh, filleted *Sardina pilchardus* at 3°C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1164–1171.
- Wang T., Sveinsdóttir K., Magnusson H., Mertinsdóttir E., 2008.** Combined application of modified atmosphere packaging and superchilled storage to extend the shelf life of fresh cod (*Gadus morhua*) loins. *Journal of Food Science* 73, 11–19.

The impact of packaging in modified atmosphere and vacuum on preservation of sensory properties of carp filets (*Cyprinus carpio*)

Babić Jelena, Milijašević Milan, Dimitrijević Mirjana

S um m a r y: The aim of this study was to examine the impact of packaging in modified atmosphere and vacuum on changes of selected sensory characteristics of carp filets (colour and consistency of meat, the smell of and overall acceptability) and to determine the most suitable gas mixtures for the packing of freshwater fish species. For the purposes of this study, three groups of carp fillet samples were formed. The first two groups were packed in modified atmosphere with different gas ratios: 60% CO₂ + 40% N₂ (Group I) and 40% CO₂ + 60% N₂ (Group II), while Group III was packaged in a vacuum. All samples were stored in the same conditions, at a temperature of +3°C, and subsequently on day 0, 4, 7, 9, 12 and 15 of storage, tests were performed. Test results showed that the samples packaged in atmosphere with 60% carbon dioxide and 40% N₂ remained unchanged until the day 12, and the samples packaged in an atmosphere with 40% carbon dioxide and 60% N₂ to the day 9 of storage. Carp filets packaged in vacuum remained unchanged until the day 7 of storage.

Modified Atmosphere Packaging, especially in an atmosphere with 60% carbon dioxide and 40% N₂, can significantly extend the viability of carp filets.

Key words: carp filets, sensory properties, sustainability, modified atmosphere (MAP).

Rad primljen: 30.03.2015.

Rad prihvaćen: 29.05.2015.

Kvalitet paniranih proizvoda od ribe na našem tržištu

Janjić Jelena, Ivanović Jelena¹, Popović Milka^{2,3}, Dokmanović Marija¹, Bošković Marija¹, Glamočlija Nataša¹, Šarčević Danijela⁴, Baltić Ž. Milan¹

Sadržaj: Panirani proizvodi od ribe i plodova voda su za potrošače prihvatljivi zbog brzog načina pripreme i relativno niske cene. Ovi proizvodi se u promet stavljuju zamrznuti. Kvalitet ovih proizvoda je na tržištu veoma varijabilan zbog različite količine ribe i različite količine i odnosa dodataka koji se koriste za pripremu obložne mase. To je posledica činjenice da propisi o kvalitetu ove vrste proizvoda ne definišu bliže ni količinu osnovnih sastojaka (ribe) ni dodatih sastojaka. Proizvođači ove proizvode stavljuju u promet na osnovu proizvođačke specifikacije, a potrošači se o kvalitetu ovih proizvoda informišu na osnovu deklaracija. Cilj ovog rada bio je ispitivanje parametara kvaliteta paniranih proizvoda od ribe, odnosno lignje na osnovu podataka iz deklaracije.

Ključne reči: riba, panirani proizvodi, bezbednost, kvalitet.

Uvod

Među najznačajnijim namirnicama u ishrani ljudi na osnovu nutritivnog aspekta, biološke vrednosti, stepena iskoristivosti, kao i lakoće varenja, predstavlja meso riba. Zbog toga je meso riba nutritivno visoko vredna namirnica koja u mnogim narodima nije dovoljno zastupljena u ishrani. Preporuka Svetske zdravstvene organizacije je konzumiranje mesa ribe najmanje dva do tri puta nedeljno. Prosečna procenjena potrošnja ribe po stanovniku u Srbiji iznosi 7 kg godišnje što je manje od evropskog proseka (24 kg) (Ivanović i dr., 2015). Potrošnja ribe u svetu značajno se povećala od 1995. godine, kada je svet počeo da shvata značaj hranljive vrednosti ribe (Synodinou, 2000).

Riblje meso se smatra univerzalnom namirnicom jer se preporučuje u ishrani u svim dobima ljudskog života, od ranog detinjstva do starosti, a posebno u ishrani bolesnika i ljudi koji se izlažu većem fizičkom i psihičkom naporu: radnici, sportisti, intelektualci (Baltić i dr., 2003). Ishrana ribom skoro u potpunosti podmiruje potrebu организма za proteinima, esencijalnim polinezasićenim

omega-3 masnim kiselinama (eikosapentaenoična kiselina – EPA i dokosaheksaenoična kiselina – DHA), mineralima, kalcijumom i vitaminom D. Pored unosa optimalnih količina esencijalnih masnih kiselina, takođe je bitan i odnos u kome se one unose. Odnos omega-3 masnih kiselina prema omega-6 masnih kiselina je optimalan ako je 1:4 do 1:5 (Baltić i dr., 2003). Visoko vredni proteini u mesu riba se karakterišu veoma povoljnim odnosom esencijalnih i neesencijalnih aminokiselina. Prosečan sadržaj proteina u mesu ribe se kreće oko 18% (Kilibarda, 2010). Populacione studije su pokazale da je upotreba ribe povezana sa smanjenjem rizika za koronarnu bolest i smanjenjem ukupne i smrtnosti od kardiovaskularnih bolesti. Takođe, upotreba ribe povoljno utiče na razvoj nervnog sistema i proces viđenja (Anon., 2003a). Sa druge strane, upotreba ribe može nositi i određene rizike, kao posledica izloženosti toksičnim supstanama (metil-živa, dioksini) usled konzumiranja kontaminirane ribe (Anon., 2011).

Testasti pohovani proizvodi imaju široku upotrebu sa različitim osobinama teksture spolja (hrskava) i u sredini (čvrsta i sočna), miris i ukus dolaze od upotrebljenog ulja, osnovnih (riba, meso,

Napomena: Rad je finansiran sredstvima projekta broj TR 31011 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

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

²Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet, Katedra za higijenu, Hajduk Veljkova br. 3, 21000 Novi Sad, Republika Srbija;

³Institut za javno zdravlje Vojvodine, Futoška 121, 21000 Novi Sad, Republika Srbija;

⁴Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kaćanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija.

sir, itd.), dodatih sastojaka (mleko u prahu, maslac, namirnice biljnog porekla, kvasac, šećeri) i začina (crni i beli luk, paprika itd.). Panirani proizvodi su veoma traženi na tržištu bilo da se radi o ribi, lignji, siru, piletini, povrću. Hrskavost površine i sočnost sadržaja, kao kontrast, su ključni činiovi kvaliteta ovih proizvoda, a posledica su pripreme prženjem. Od ne manjeg značaja je jednostavnost načina pripreme najčešće prženjem u plitkom ili dubokom ulju. Način pripreme može da bude i konvencionalan (pečenje), ali obrada može da se obavi i u mikrotalasnoj pećnici. Kod konvencionalnog postupka preporučena dužina zagrevanja je od 10 do 12 minuta (prženje traje 2 do 3 minuta) i može da izazove prekomerno susušivanje površine proizvoda, dok obrada u mikrotalasnoj pećnici, naročito ako se ne poštuje preporučeno vreme termičke obrade ima za posledicu „vlažan“ i gnjevac proizvod (*Datta, 2001*).

Pod zamrznutim proizvodima od ribe podrazumevaju se proizvodi od ribe, komada ribe i usitnjene mesa ribe, koji se pre zamrzavanja mogu podvrći usitnjavanju, mešanju, formiranju, termičkoj obradi, oblaganju i sl., a zatim zamrznuti i uskladištiti na temperaturi ne višoj od -18°C (*Anon., 2003b*). Od zamrznutih proizvoda od ribe najčešći i najpoznatiji proizvod je panirana riba. Pod paniranom ribom podrazumeva se proizvod kod koga je riba prekrivena obložnom masom (testom). Obložnu masu najčešće čine hlebne mrvice, brašno ili kukuruzni griz, voda, začini i sredstva za vezivanje. Može da se stavlja u promet u različitim oblicima (komadići, štapići, fileti, odresci). Panirana riba se priprema od usitnjenog mesa u kome ne sme da bude ostatka unutrašnjih organa, peraja i kostiju. Izuzetno, ako se panira sitna plava riba, ona može da bude stavljena u promet sa kožom, kostima kičme i repom. Gotov, oblikovani, proizvod u prometu ne sme da bude oštećen i izlomljen. Jedan od zahteva kvaliteta je vezan za to da obložna masa mora dobro da prileže uz ribu (*Anon., 2013*). Najčešće se ova vrsta proizvoda stavlja u promet prema proizvođačkoj specifikaciji, pa deklaracija mora da sadrži podatke o vrsti ribe, količini ribe, roku upotrebe, načinu čuvanja i pripremanja kao i ostale podatke značajne za informisanje potrošača o nutritivnoj vrednosti proizvoda, mogućim štetnim efektima itd. Na našem tržištu najveća količina zamrznutih proizvoda od ribe potiče iz uvoza i podleže obaveznoj veterinarskoj kontroli (*Nanušević, 2014*).

Cilj ovog rada bio je ispitivanje odabranih parametara kvaliteta (učešće ribe u paniranim proizvodima, hemijski sastav i energetska vrednost proizvoda, dodati sastojci i alergeni) zamrznutih paniranih proizvoda od ribe namenjenih našem tržištu.

Materijal i metode

Kao materijal za izradu ovog rada korišteni su uzorci paniranih proizvoda od ribe, odnosno lignje uzeti iz maloprodajnih objekata u Beogradu. Uzeto je ukupno 50 uzoraka.

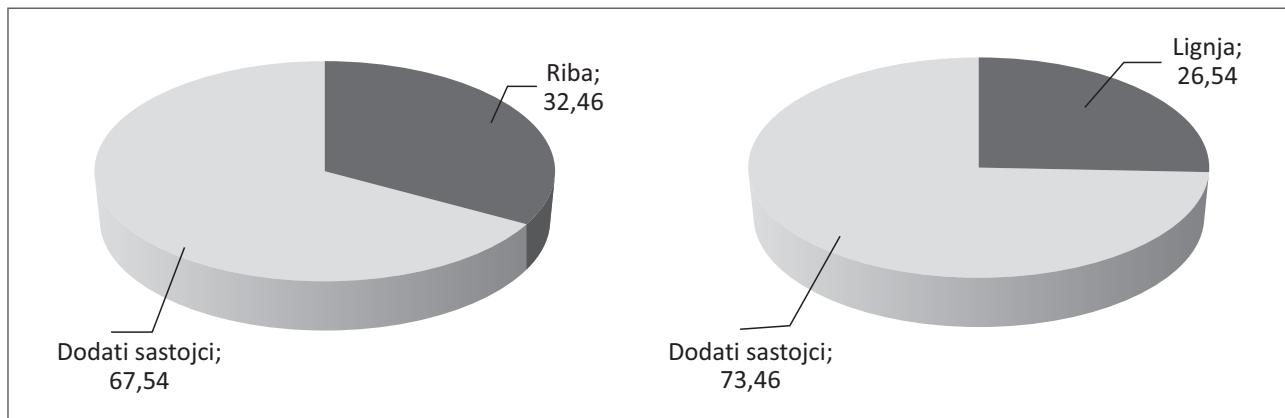
Identifikacija proizvoda izvršena je na osnovu deklaracije proizvođača. Iz deklaracije utvrđen je naziv proizvoda, zemlja porekla, količina ribe, odnosno lignje u proizvodu, kao i podaci o ostalim sastojcima proizvoda. Takođe, na osnovu deklaracije identifikovani su alergeni, nutritivna vrednost proizvoda, datum proizvodnje, rok upotrebe, uslovi skladištenja i način pripreme proizvoda. Dobijeni podaci su sistematizovani, statistički obrađeni i prikazani tabelarno i grafički.

Rezultati i diskusija

Od 50 uzetih uzoraka, 45% bilo je poreklom iz Poljske, 40% iz Estonije, dok su ostali uzorci bili iz Danske, Srbije i Španije.

Na grafikonu 1 prikazani su rezultati koji se odnose na sadržaj ribe i lignje u paniranim proizvodima. Prosečan sadržaj ribe u paniranim proizvodima bio je $48,58 \pm 15,77\%$, a lignje $50,08 \pm 13,29\%$. Minimalan sadržaj ribe, odnosno lignje, u paniranim proizvodima bio je 22%, a maksimalan 75, odnosno 65%. Ovo upućuje na zaključak da sadržaj ribe u paniranim proizvodima značajno varira, što pokazuje koeficijent varijacije (32,46% za učešće ribe, odnosno 26,54% za učešće lignje).

Na grafikonima 2 i 3 prikazani su hemijski sastav i energetska vrednost paniranih proizvoda od ribe, odnosno lignje koji su dobijeni na osnovu podataka iz deklaracije. Prosečan sadržaj proteina u paniranoj ribi bio je $9,55 \pm 2,59\%$, masti $9,44 \pm 1,69\%$ i ugljenih hidrata $24,56 \pm 5,79\%$, dok je prosečan sadržaj proteina u paniranoj lignji bio $11,11 \pm 2,35\%$, masti $8,33 \pm 1,31\%$ i ugljenih hidrata $20,49 \pm 7,93\%$ (grafikon 2). Iz dobijenih rezultata uočava se da u paniranim proizvodima od ribe najviše varira sadržaj proteina (od 3,5 do 12,3%), a zatim ugljenih hidrata (od 17 do 34%). Ovo upućuje na različitu nutritivnu vrednost, naročito u pogledu sadržaja proteina, kao i na činjenicu da je sadržaj masti relativno visok i da na njegovo učešće u ukupnom sadržaju učestvuje, ne samo mast koja potiče od ribe, nego i mast koja potiče od dodatog ulja (*Ljubojević i dr., 2013*). Najveće varijacije zapažene su kod sadržaja ugljenih hidrata (od 6,80 do 34%) u paniranim proizvodima od lignje. I za ovaj prozvod je karakteristično da je sadržaj masti veći nego što je to prirodan sadržaj masti u mesu lignje. Naime, prema podacima iz

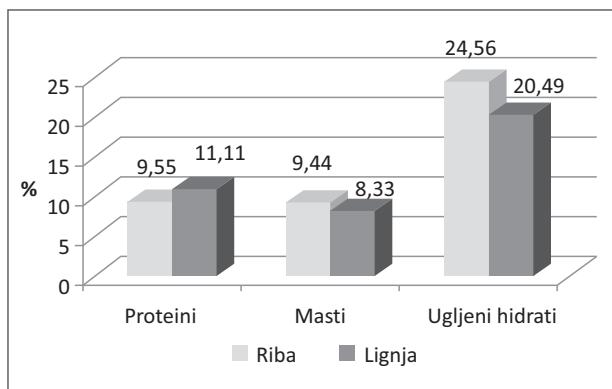
**Grafikon 1.** Prosečna zastupljenost ribe, odnosno lignje u gotovom proizvodu (%)**Graph 1.** Average presence of fish or squid in the final product

Legenda/Legend: dodati sastojci/add ingredients; riba/fish; lignja/squid

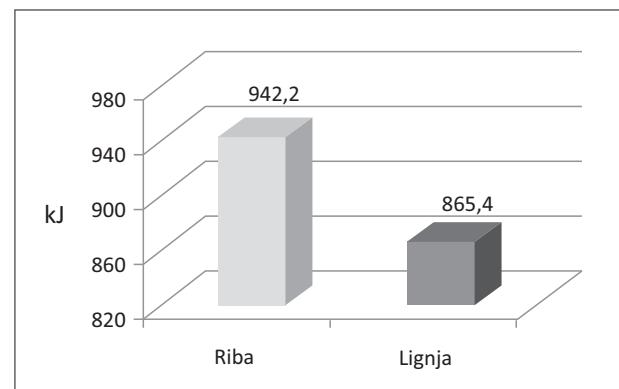
literature (*Baltić i Teodorović*, 1997) sadržaj masti u mesu lignje se kreće od 0,9 do 1,9%.

Prosečna energetska vrednost u paniranim proizvodima od ribe bila je $942,2 \pm 86,73$ kJ, dok je prosečna energetska vrednost u paniranim proizvodima od lignje bila $865,40 \pm 71,90$ kJ (grafikon 3). Energetska vrednost paniranih proizvoda od ribe je veća od energetske vrednosti ribe koja se kreće od 251 kJ (grenadir – *Macrurus berglax*) do 820 kJ (škarpina – *Sebastes marinus*), a lignje oko 380 kJ (*Baltić i Teodorović*, 1997). Povećanju energetske vrednosti paniranih plodova voda doprinosi upotreba ulja i ugljenih hidrata koji se koriste u pripremi obložne mase. I ostale dodate namirnice koje se koriste u izradi paniranih proizvoda od ribe mogu da povećaju njenu energetsku vrednost.

Dodati sastojci koji su korišteni u izradi paniranih proizvoda od ribe, odnosno lignje su pšenično brašno, voda i so, ulja i skrob koji su deklarisani u svim proizvodima, zatim namirnice animalnog porekla (mleko u prahu, maslac, lignje, sir) (20% proizvoda), namirnice biljnog porekla (grašak, pirinač, krompirove pahuljice) (60% proizvoda), kvasac (68% proizvoda), izolovani proteini (10% proizvoda), šećeri (saharoza, laktosa, dekstroza, glukoza, glukozni sirup, maltotzno-dekstrozni sirup) (50% proizvoda) i limun (26% proizvoda). Deklarisano je i dodavanje pšeničnih vlakana koji predstavljaju polisaharide nesvarljive u ljudskom organizmu, za koje ima mišljenja da imaju povoljan efekat na zdravlje ljudi (*Cara i dr.*, 1992).

**Grafikon 2.** Hemski sastav (%) paniranih proizvoda od ribe, odnosno lignje**Graph 2.** Chemical composition (%) of breaded fish or squid products

Legenda/Legend: proteini/proteins; masti/fat; ugljeni hidrati/carbohydrates; riba/fish; lignja/squid

**Grafikon 3.** Energetska vrednost (kJ) paniranih proizvoda od ribe, odnosno lignje**Graph 3.** Energy value (kJ) of breaded fish or squid products

Legenda/Legend: riba/fish; lignja/squid

Tabela 1. Učestalost dodavanja začina u panirane proizvode**Table 1.** The incidence of adding spice to breaded products

Sastojci/Ingredients	Učestalost nalaza/Incidence	
	Broj/Number	%
Začini/Spice	10	20
Crni luk/Onion	13	26
Beli luk/Garlic	13	26
Biber crni/Black pepper	11	22
Paprika u prahu/Paprika powder	26	52
Kurkumin/Curcumin	30	60
Senf/Mustard	12	24
Mirodija/Dill	10	20
Feferoni/Pepperoni	3	6
Ljuta paprika/Hot paprika	4	8
Peršun/Parsley	1	2
Čili/Chilli	1	2
Celer/Celery	4	8
Biljni ekstrakt/Plant extract	1	2

U paniranim proizvodima začini mogu da deju antimikrobnog, antioksidativnog i prooksidativnog. Začini se kod paniranih proizvoda od ribe, pre svega koriste za poboljšanje mirisa i ukusa (*Vuković, 2012; Savić i Danon, 1982*). Od 14 deklarisanih začina, najčešće je učestalost upotrebe kurkume (60% slučajeva), zatim paprike u prahu (52% slučajeva). U 20% slučajeva deklarisano je da su začini dodati, ali nije bliže određeno o kojim začinima se radi. Učestalost dodavanja ostalih začina ima sledeći opadajući niz: crni i beli luk > senf > crni biber > mirodija > ljuta paprika, celer > feferoni > peršun, čili i biljni ekstrakt (tabela 1).

Iz deklarisanih podataka o aditivima zapaža se da se radi o sredstvima sa funkcionalnim osobinama (npr. sredstvo za dizanje testa), sredstvima koja utiču na ukus (pojačivač ukusa, regulator kiselosti) i sredstvima za bojenje proizvoda (karoten). Od deklarisanih aditiva najčešće se koriste sredstva za dizanje testa (42% slučajeva) koja su, uglavnom, deklarisana E brojem (E500 – natrijum-karbonat, E503 – amonijum-karbonat). Po učestalosti dodavanja na drugom mestu je pojačivač ukusa (34% slučajeva), takođe deklarisani E brojem (E621 – mononatrijum-glutamnat, E261 – kalijum-acetat). Učestalo je i dodavanje modifikovanog pšeničnog skroba, koji nije svrstan u grupu u kojoj su krompirov skrob i druge vrste skroba, već je, kako je to definisano u Pravilniku o aditivima, svrstan u grupu aditiva (tabela 2) (*Anon., 2013*).

Naš Pravilnik o aditivima (*Anon., 2013*) definiše 11 vrsta modifikovanog skroba od kojih svaki ima svoj E broj i za svaki od njih je dozvoljena upotreba u količini quantum satis. Često je i dodavanje regulatora kiselosti (E300 – askorbinska kiselina, E330 – limunska kiselina, E331 – natrijum-citrati, E501 – kalijum-karbonat) i stabilizatora (E450 – difosfati, E451 – trifosfati, E452 – polifosfati, E466 – karboksimetilceluloza i drugi oblici celuloze). Od zgušnjivača u izradi paniranih proizvoda od ribe koriste se različite gume (E412 – guar guma, E415 – ksantran guma, E417 – tara guma). Neki od aditiva deklarisani su istovremeno kao stabilizatori i emulgatori (E452 – polifosfati). Od boja pri izradi obložne mase koriste se karoteni (E160a) i kurkumina E100).

Poslednjih nekoliko godina, alergijske reakcije su u značajnom porastu naročito u razvijenim zemljama. Osnovni razlog za ovu pojavu je slabija izloženost imunološkog sistema infektivnim agensima tokom razvoja, što je posledica boljih sanitarno-higijenskih uslova (*Strachan, 2000*). Sa aspekta bezbednosti hrane, u današnje vreme alergeni predstavljaju značajan problem. Alergije na hranu, odnosno imunološke hipersenzitivne reakcije, predstavljaju odgovor imunološkog sistema na neke proteine hrane (*Barros i Cosme, 2013*). Najčešći alergeni hrane su proteini mleka, jaja, kikiriki, orasi, soja, pšenica, riba i školjke (*Sampson, 2004; Mills i Breiteneder, 2005*). Međutim, mnoge

Tabela 2. Učestalost dodavanja aditiva u panirane proizvode
Table 2. The incidence of adding spice to breaded products

Sastojeći/Ingredients	Učestalost nalaza/Incidence	
	Broj/Number	%
Sredstvo za dizanje testa/Dough rising additive	21	42
Zgušnjivač/Thickener	3	6
Stabilizator/Stabilizer	5	10
Pojačivač ukusa/Flavour enhancer	17	34
Emulgator/Emulsifier	1	2
Modifikovani pšenični skrob/Modified wheat starch	14	28
Regulator kiselosti/Acidity regulator	9	18

druge namirnice su identifikovane kao alergeni za neke ljude, kao što su orašasti plodovi i odredene vrste voća ili povrća. U cilju zaštite potrošača, jedan od zahteva Evropske unije je da svi alergeni u namirnicama moraju biti jasno označeni na deklaraciji (*Bush i Heffe*, 1996). U mesu riba, više od 20 proteina, uglavnom parvalbumini, predstavljaju značajne alergene. Ovi proteini su utvrđeni kod različitih vrsta riba (*Hamada i dr.*, 2003; *Poulsen i dr.*, 2001). Potrošači koji su alergični na ribu moraju da izbegavaju ne samo meso ribe, već i proizvode od ribe, jer i najmanje količine ovih alergena mogu prouzrokovati alergijsku reakciju. Najznačajniji proteinski alergen u plodovima mora je tropomiozin, termostabilan protein (*Taylor i dr.*, 2002).

Postupcima prerade hrane mogu se umanjiti efekti alergena. Različite metode prerade imaju

različit efekat na strukturu proteina hrane. Stoga, neke metode prerade hrane mogu da povećaju, smanje ili da uopšte nemaju efekat na alergenost specifičnih proteina hrane (*Paschke*, 2009).

Skoro svi alergeni su proteini, i stoga su razvijene visoko osetljive analitičke metode za detekciju tragova ovih komponenti u hrani. Metode koje se koriste za detekciju alergena odnosno proteinskih rezidua u hrani su elektforeza (SDS-PAGE – sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis) (*Ring i dr.*, 2011; *Restani i dr.*, 2002), ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay), LDF (lateral-flow devices). Za proteinske alergene iz mesa riba koriste se tehnike elektroflorese, ELISA, PCR i MALDI-TOF MS (matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry) (*Weber i dr.*, 2009). U današnje vreme razvijene su

Tabela 3. Učestalost deklarisanja alergena u panirane proizvode
Table 3. The incidence of declaring of allergens in breaded products

Alergen/Allergen	Učestalost nalaza/Frequency	
	Broj/Number	%
Riba/Fish	18	36
Gluten/Gluten	21	42
Mekušci/Mollusks	10	20
Senf/Mustard	11	22
Soja/Soy	5	10
Ljuskari/Crustaceans	5	10
Jaja/Eggs	10	20
Mleko/Milk	7	14
Celer/Celery	4	8
Laktoza/Lactose	1	2
Rakovi/Crabs	4	8
Brašno/Flour	1	2

procedure za detekciju proteinских alergena u uzorcima hrane, kao što je MS (mass spectrometry) (Simonato i dr., 2011).

Od 50 deklarisanih proizvoda kod 21 proizvoda (42% slučaja) navedeno je prisustvo alergena. Kao alergen najčešće se navodi gluten (42% slučaja), zatim riba (36% slučajeva), senf (22% slučaja), jaja i mukušci (u po 20% slučajeva) i mleko u 14% slučajeva. Među alergenima deklarisani su i soja, ljkuskar, mleko, celer, laktoza, rakovi i brašno (tabela 3).

Način pripreme panirane ribe, odnosno lignje deklarisan je kod 90% uzoraka. Praktično u svim slučajevima preporučuje se da se uzorci pripremaju u zagrejanom ulju (tiganj, friteza) pri temperaturi od 170 do 220°C. Alternativno preporučuje se da se uzorci pripremaju pečenjem u rerni (200 do 220°C), a vrlo retko se preporučuje termička obrada u mikrotalasnoj pećnici (450W). Vreme termičke obrade paniranih proizvoda je od 8 do 15 minuta, što zavisi od vrste (veličine) proizvoda.

Prženje modifikuje nutritivnu vrednost proizvoda. Povećava se energetska gustina proizvoda i sadržaj ukupnih i *trans* masti u prženom proizvodu, a nepovoljno se menja odnos n3/n6 masnih kiselina (Guallar-Castillón i dr., 2012). Panirani proizvodi od ribe mogu u toku termičke obrade u ulju da absorbuju od 15 do 30% ulja, što može značajno da utiče na povećanje sadržaja masti u termički obrađenom proizvodu i time poveća njegovu energetsku vrednost, a takođe može nepovoljno da utiče na odnos n3/n6 masnih kiselina, budući da biljna ulja sadrže (posebno suncokretovo) veće količine n-6 masnih kiselina. Preporučeni odnos n-3/n-6 masnih kiselina je 1:4 (1:5), a u savremenoj ishrani taj odnos je 1:20, pa čak i veći (Baltić i dr., 2014). Ove promene mogu imati negativne posledice na zdravlje potrošača, naročito kada su u pitanju faktori rizika za kardiovaskularne bolesti (gojaznost, arterijska

hipertenzija, nizak nivo HDL holesterola, arterijska hipertenzija i dr.). I vrsta ulja koja se koriste za prženje utiče na nutritivnu vrednost proizvoda i zdravlje potrošača (Guallar-Castillón i dr., 2012). Otuda su potrošači s razlogom sve više zabrinuti za nutritivnu vrednost paniranih proizvoda plodova voda (Shabanpour i Jamshidi, 2013).

Postoji više tehnoloških mogućnosti da se umanjuje apsorpcija ulja tokom termičke obrade paniranih proizvoda. Smanjenje sadržaja vode u obložnoj masi je jedna od mogućnosti. To se može postići upotrebom hidrokoloida (metil celuloza, hidroksimetil celuloza), proteina (biljnih ili animalnih) i skroba (Brannan i dr., 2014) koji imaju hidrofilne sposobnosti i u toku termičke obrade ne otpuštaju vodu i na taj način umanjuju mogućnost apsorpcije ulja. Pored toga, hidrokoloidi doprinose smanjenju inicijalne količine vode u proizvodu (Mellema, 2003; Sanz i dr., 2004). I dodavanje guma utiče na smanjenje apsorpcije masti (Akdeniz i dr., 2006).

Zaključak

Identifikacija paniranih štapića ribe, odnosno lignje izvršena je na osnovu podataka koji su navedeni u deklaraciji proizvoda. Prosečno učešće ribe u paniranim proizvodima bilo je 48,58%, a lignje 50,08%. Utvrđena su značajna variranja u sadržaju osnovnih sastojaka, tj. sadržaja proteina, masti i ugljenih hidrata u paniranim proizvodima od ribe, odnosno lignje. Prosečna energetska vrednost paniranih proizvoda od ribe bila je 942 kJ, a lignje 865 kJ. U izradi paniranih proizvoda korišteni su različiti dodaci koji su razvrstani u 12 grupa (brašno, so i voda, ulje, skrob, namirnice animalnog i biljnog porekla, kvasac, izolovani proteini, šećeri, začini i aditivi). U paniranim proizvodima deklarisan je ukupno 21 alergen, među kojima je i riba kao osnovni sastojak.

Literatura

- Akdeniz, N., Sahin S., Sumun G., 2006.** Functionality of baters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices. *Journal of Food Engineering*, 75, 522–526.
- Anon., 2003a.** World Health Organization; Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva: (WHO Technical Report Series, No. 916).
- Anon., 2003b.** Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za ribe, rakove, školjkaše, morske ježeve, morske krastavce, žabe, kornjače, puževe i njihove proizvode, Sl. list SRJ, br. 6/2003 i Sl. list Srbije i Crne Gore.
- Anon., 2011.** Food and Agriculture Organization of the United Nations; Geneva, World Health Organization, Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption. Rome.
- Anon., 2013.** Pravilnik o prehrabnenim aditivima, „Sl. glasnik RS“, br. 63/2013.
- Anon., 2013.** Pravilnik o deklarisanju, označavanju i reklamiranju hrane, Službeni glasnik RS, broj 85/2013.
- Baltić Ž. M., Teodorović V., 1997.** Higijena mesa riba, rakova i školjki. Veterinarski fakultet, Beograd.
- Baltić Ž. M., Nedić D., Dragićević O., 2003.** Meso i zdravlje ljudi. Veterinarski žurnal Republike Srpske, 3, 3–4, 131–138.

- Baltić Ž. M., Marković R., Popović M., Todorović M., Pantić S., 2014.** Ispitivanje mogućnosti poboljšanja masnokiselinskog sastava mesa svinjsa. IV Kongres udruženja za aterosklerozu Srbije, 20–23. novembar, 104, Beograd.
- Barros A., Cosme F., 2013.** Allergenic Proteins in Food. *Food Technology Biotechnology* 51, 2, 153–158.
- Brannan G. R., Mah E., Schott M., Yuan S., Casher L. K., Myers A., Herrick C., 2014.** Influence of ingredients that reduce oil absorption during immersion frying of battered and breaded foods. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116, 3, 240–254.
- Bush R.K., Hefte S.L., 1996.** Food allergens. Critical Review in *Food Science Nutrition* (Suppl.), 36, 119–163.
- Cara L., Dubois C., Borel P., Armand M., Senfi M., Portugal H., Paull A., Bernard P., Lairon D., 1992.** Effects of oat bran, rice bran, wheat fiber, and wheat germ on postprandial lipemia in healthy adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, 55, 81–88.
- Datta A. K., 2001.** Fundamentals of heat and moisture transport for microwavable food product and process development. In A. K. Datta & R.C. Anantheswaran (Eds.). *Handbook of microwave technology for food applications*, New York, Marcel Dekker, Inc, 116.
- Guallar-Castillón P., Rodríguez-Artalejo F., Lopez-García E., 2012.** Consumption of fried foods and risk of coronary heart disease: Spanish cohort of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition study. *BMJ*. Jan 23;344:e363
- Hamada Y., Tanaka H., Ishizaki S., Ishida M., Nagashima Y., Shiomi K., 2003.** Purification, reactivity with IgE and cDNA cloning of parvalbumin as the major allergen of mackerels. *Food Chemical Toxicology*, 41 1149–1156.
- Ivanović J., Baltić Ž. M., Janjić J., Marković R., Bošković M., Đorđević V., Dokmanović M., 2015.** Obim i struktura ulova i proizvodnje ribe u Srbiji od 2006. do 2012. godine, Veterinarski glasnik, In Press.
- Kilibarda N., 2010.** Uporedno ispitivanje odabranih parametara kvaliteta u toku skladištenja hladno dimljene pastrmke pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi, Doktorska disertacija, Beograd.
- Ljubojević D., Ćirković M., Đorđević V., Trbović D., Vranić D., Novakov N., Mašić Z., 2013.** Hemski sastav, sadržaj holesterola i sastav masnih kiselina šarana (*Cyprinus carpio*) iz slobodnog izlova, polaintenzivnog i kavezognog sistema gajenja. *Tehnologija mesa*, 54, 1, 48–56.
- Mellema, M., 2003.** Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Journal of Trends in Food Science and Technology*, 14, 364–373.
- Mills E.N.C., Breiteneder H., 2005.** Food allergy and its relevance to industrial food proteins. *Biotechnology Advances*, 23, 409–414.
- Nanušević L., 2014.** Ispitivanje kvaliteta zamrznutih proizvoda od riba na našem tržištu, Specijalistički rad, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu.
- Paschke A., 2009.** Aspects of food processing and its effect on allergen structure. *Molecular Nutrition and Food Research*, 53, 959–962.
- Poulsen L. K., Hansen T. K., Nørdgaard A., Vestergaard H., Skov P. S., Bindslev-Jensen C., 2001.** Allergens from fish and egg. *Allergy* (Suppl. 67), 56, 39–42.
- Restani P., Beretta B., Ballabio C., Galli C. L., Bertelli A. E., 2002.** Evaluation by SDS-page and immunoblotting of residual antigenicity in gluten-treated wine: A preliminary study. *International Journal of Tissue Reactions*, 24, 45–51.
- Ring J., Brockow K., Behrendt H., 2011.** Adverse reactions to foods, *J. Chromatogr. B: Biomed. Sci. Appl.* 756, 3–10.
- Sanz T., Salvador A., Fiszman S. M., 2004.** Effect of concentration and temperature on properties of methylcellulose-added batters application to battered, fried seafood. *Journal of Food Hydrocolloids*, 18, 127–131.
- Shabanzpour B., Jamshidi A., 2013.** Combined Effects of Light Salting and Microwave Pre-Drying on the Quality of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fish Nuggets. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 5, (5), 497–504.
- Sampson H. A., 2004.** Update on food allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 113, 805–819.
- Savić I., Danon J., 1982.** Začini u preradi mesa, Veterinarski fakultet, Beograd.
- Simonato B., Mainente F., Tolin S., Pasini G., 2011.** Immunochemical and mass spectrometry detection of residual proteins in gluten fined red wine. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 59, 3101–3110.
- Strachan D. P., 2000.** Family size, infection and atopy: The first decade of the ‘hygiene hypothesis’, *Thorax* (Suppl. 1), 55, 2–10.
- Synodinou D., 2000.** USDA. Greece fishery products seafood market 2000. Foreign Agricultural Service, Global Agriculture Information Network. Voluntary report – public distribution.
- Taylor S. L., Hefte S. L., Bindslev-Jensen C., Bock S. A., Burks A. W., Christie L. et al., 2002.** Factors affecting the determination of threshold doses for allergenic foods: How much is too much? *Journal of Allergy Clinical Immunology*, 109, 24–30.
- Vuković I., 2012.** Osnove tehnologije mesa, Veterinarska komora Srbije, Beograd.
- Weber P., Steinhart H., Paschke A., 2009.** Competitive indirect ELISA for the determination of parvalbumins from various fish species in food grade fish gelatins and isinglass with PARV-19 anti-parvalbumin antibodies. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 57, 11328–11334.

Quality of breaded fish products on the market

Janjić Jelena, Ivanović Jelena, Popović Milka, Dokmanović Marija, Bošković Marija, Glamočlija Nataša, Šarčević Danijela, Baltić Ž. Milan

S u m m a r y: Breaded fish products and amniotic fluid are acceptable to consumers because of the rapid preparation methods and relatively low prices. These products are marketed frozen. The quality of these products on the market is very variable due to the different quantities of fish and different quantities and ratios of additives used in the preparation of the jacket weight. This is due to the fact that regulations on the quality of these types of products do not define the amount of basic ingredients (fish) or added ingredients. Producers place these products on the market based on product specifications, and consumers are informed about the quality of these products on the basis of the declaration. The aim of this study was to examine the quality parameters of breaded fish products, or squid on the basis of declared data.

Key words: fish, breaded products, safety, quality.

Rad primljen: 17.01.2015.

Rad ispravljen: 30.06.2015.

Hemijski sastav i pH-vrednost mesa kalifornijske (*Oncorhynchus mykiss*) i potočne pastrmke (*Salmo trutta fario*) gajene u ribnjaku

Beličovska Katerina¹, Beličovska Daniela², Pejkovski Zlatko¹, Uzunoska Zora³

Sadržaj: Ispitani su pH-vrednost i osnovni hemijski sastav (sadržaj vode, proteina, ukupne masti i pepela) i izračunata je i energetska vrednost mesa kalifornijske (standardne i zlatne forme) i potočne pastrmke. Ribe su gajene i hranjene na isti način u dva različita ribnjaka sa čistom izvorskom vodom. Hemski sastav je određen prema standardnim ISO metodama za meso i proizvode od mesa. pH-vrednost je izmerena pH-metrom, direktnim ubadanjem kombinovane elektrode u usitnjeno i homogenizovano meso, koje je čuvano 24 časa u frižideru (2–4°C), prema standardnoj ISO metodi.

Konstatovano je da je pH-vrednost mesa standardne forme kalifornijske pastrmke iz oba ribnjaka prosečno iznosila 6,36, kod zlatne forme 6,40 i kod potočne pastrmke 6,33. U mesu standardne forme kalifornijske pastrmke utvrđen je sadržaj vode od 75,92%, sadržaj proteina od 19,35%, a sadržaj ukupne masti 2,53%, sadržaj pepela 1,14% i energetska vrednost od 430,62 kJ/100 g. Meso zlatne forme kalifornijske pastrmke sadržalo je 74,68% vode, 19,37% proteina, 3,57% ukupne masti, 1,24% pepela i 471,20 kJ/100 g energetske vrednosti. U mesu potočne pastrmke utvrđeno je 75,76% vode, 19,39% proteina, 2,44% ukupne masti, 1,30% pepela i energetska vrednost od 427,88 kJ/100 g. Razlike u sadržaju vode, ukupne masti i izračunatoj energetskoj vrednosti mesa između zlatne i standardne forme kalifornijske pastrmke, kao i između zlatne forme i potočne pastrmke su bile značajne ($P < 0,05$).

Ključne reči: pastrmka, meso, pH, hemijski sastav.

Uvod

Riblje meso spada u vrlo cenjene prehrambene proizvode i prema nekim mišljenjima, to je najvrednija hrana životinjskog porekla (Nistor i dr., 2014; Rašeta i dr., 1984). Zbog značajnog sadržaja proteina i nezasićenih masnih kiselina i male količine masti, kalifornijska pastrmka se može svrstati u jednu od nutritivno najvrednijih namirnica u ishrani ljudi (Vranić i dr., 2010). Ribe u ishrani čoveka imaju posebnu vrednost i zbog sadržaja oligoelemenata, od kojih su najčešće zastupljeni magnezijum (Mg), natrijum (Na), kalijum (K), fosfor (P), gvožđe (Fe) i halogeni elementi jod (J), fluor (F), hlor (Cl), kao i kalcijum (Ca) u kostima ribe (Brkić, 1966; Rašeta i dr., 1984).

Osnovne hemijske komponente u sastavu ribljeg mesa su voda, belančevine, masti i mineralne materije. Prosečni hemijski sastav ribljeg mesa, kod posnih riba iznosi: 77–82% vode, 18–19% belančevina, 0,1–1,0% masti, 1,0–2,0% mineralnih materija, a kod masnih riba: 55–79% vode; 14,5–21,5%

belančevina; 1,1–29% masti i 1,0–2,0% mineralnih materija (Tadejević, 1971). Očigledno je da postoji veliki raspon u sadržaju masti i vode kod različitih vrsta riba, jer kod pelagičnih riba sadržaj masti varira u toku godine (Celik i dr., 2005; Rasoarrahona i dr., 2005). Sadržaj ugljenih hidrata je relativno mali (Brkić, 1966; Stipković, 1982), mnogo niži u odnosu na sadržaj ugljenih hidrata u mesu domaćih životinja.

U mesu kalifornijske pastrmke prosečan sadržaj proteina je 18,8–19,3%, masti 1,2–8,8%, vode 73,0–78,0% i mineralnih materija 1,2% (Vranić i dr., 2012), a prema Milinkoviću (1988) 77,4–81,4% vode, 18,2–20,0% proteina, 0,70–2,25% masti. Prema Grujiću (2000) meso ove pastrmke sadrži 75% vode, 20% proteina, 3,8% masti i 1,2% mineralnih materija, a prema Plavši i dr. (2000) 72,85–74,20% vode, 18,16–18,51% proteina, 7,02–8,27% masti i 1,24–1,28% mineralnih materija.

Na ribnjaku „Vrutok“ u Makedoniji slučajno je dobijena zlatna forma kalifornijske pastrmke. Bio je to samo jedan mužjak. Uloženim naporom i trudom, od ovog mužjaka, tokom godina, dobijena je čitava,

¹Univerzitet „Sv. Kiril i Metodij“, Skopje, Fakultet za poljoprivredne nauke i hranu, 1000 Skopje, Republika Makedonija;

²MIT Univerzitet, Skopje, Fakultet za menadžment ekoloških resursa, 1000 Skopje, Republika Makedonija;

³Univerzitet „Sv. Kliment Ohridski“, Bitola, Fakultet tehnologije i tehničkih nauka, 1400 Veles, Republika Makedonija.

dragocena populacija zlatnih pastrmki, koja je opravdala svoja izuzetna svojstva (Stevanovski, 1999). Ova je riba danas traženija i skupljana od standardne kalifornijske pastrmke. Zato je cilj ovog rada bio da se ispitaju pH-vrednost i osnovni hemijski sastav zlatne forme kalifornijske pastrmke i uporedi sa standardnom formom, kao i sa potočnom pastrmkom.

Materijal i metode

Ispitivanja su izvršena na ribama kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum), standardne i zlatne forme i potočne pastrmke *Salmo trutta fario*). Ribe su uzete sa ribnjaka „Vrutok“ i „Belica“, koji se nalaze u zapadnom delu Makedonije. Temperatura čiste izvorske vode u ovim ribnjacima iznosi 7–12°C, odnosno 6–9°C, respektivno. Ribe u oba ribnjaka su hranjene ekstrudiranim hranom za pastrmke.

Ispitivanje je izvršeno na po 21 uzorku iz svakog ribnjaka (po 7 uzoraka za obe forme kalifornijske i 7 za potočne pastrmke), odnosno ukupno 42 uzorka. Ribe su uzete po slučajnom izboru iz oba ribnjaka, vodeći računa da one budu približno jednake telesne mase. Masa ispitivanih riba se kretala od 184 g do 222 g. Odmah po ulovu, ribe su dopremljene u laboratoriju za ispitivanje. Nakon odgovarajuće pripreme i odstranjivanja kože, dobijeni fileti su homogenizovani i u njima su izvršena sva planirana ispitivanja.

pH-vrednost je određena pH-metrom (pH meter – pH 540 GLP „WTW“ – Germany) direktnim ubadanjem kombinovne elektrode u usitnjeno i homogenizovano meso, koje je čuvano 24 časa u

frižideru (2–4°C), prema standardnoj ISO metodi (ISO 2917:1999).

Hemski sastav mesa ribe je određen u homogenizovanom mišićnom tkivu, koje je čuvano 48 časa u frižideru (2–4°C). Sadržaj vode je određen prema ISO/IEC 1442:1997. Sadržaj proteina je utvrđen određivanjem sadržaja azota i njegovim množenjem sa 6,25, prema ISO 937:1978. Sadržaj ukupne masti je određen prema ISO 1443:1973, a sadržaj pepela prema ISO 936:1998.

Energetska vrednost mesa je izračunata iz utvrđenih količina proteina i masti. Množenjem utvrđenog sadržaja proteina (%) sa faktorom 17,16 i sadržaja ukupne masti (%) faktorom 38,96 i njihovim zbrajanjem, izračunata je energetska vrednost mesa ribe (kJ/100 g), (Vitčenko i dr., 1981).

Rezultati i diskusija

Rezultati ispitivanja ribljeg mesa iz ribnjaka „Belica“ su prikazani u tabeli 1. Najveća pH-vrednost mesa ribe, izmerena 24 časa post mortem, je utvrđena kod zlatne kalifornijske pastrmke (6,45), a najniža kod potočne pastrmke (6,32). Razlike u pH-vrednosti mesa, između ispitanih pastrmki su bile male i statistički neznačajne.

Meso zlatne kalifornijske pastrmke, sadrži značajno manje vode u poređenju sa standardnom formom i potočnom pastrmkom ($P < 0,05$). Sadržaj proteina mesa, kod svih ispitanih pastrmki je bio prilično ujednačen i iznosio je oko 19%, tako da razlike nisu bile statistički značajne. U pogledu sadržaja ukupne masti utvrđene su značajne razlike ($P < 0,05$) između

Tabela 1. pH, hemijski sastav i energetska vrednost mesa pastrmke iz ribnjaka „Belica“, n = 7.

Table 1. pH, chemical composition and energy value of trout meat in the pond „Belica“, n = 7.

Svojstva/Traits	Kalifornijska pastrmka/Rainbow trout				Potočna pastrmka/ <i>Salmo trutta fario</i>	
	Standardna/Standard		Zlatna/Golden		\bar{X}	Cv
	\bar{X}	Cv	\bar{X}	Cv		
pH vrednost/pH value	6,43 ^a	8,40	6,45 ^a	5,62	6,32 ^a	6,24
Sadržaj vode/Water content (%)	75,86 ^a	1,01	74,36 ^b	1,20	75,62 ^a	0,91
Sadržaj proteina/Protein content (%)	19,21 ^a	4,00	19,28 ^a	2,22	19,01 ^a	3,01
Sadržaj ukupne masti/ Total fat content (%)	2,50 ^a	19,10	3,53 ^b	24,71	2,45 ^a	23,27
Sadržaj pepela/Ash content (%)	1,22 ^a	24,06	1,32 ^a	18,90	1,38 ^a	23,54
Energetska vrednost/Energy value (kJ/100 g)	427,04 ^a	11,55	468,37 ^b	12,48	421,66 ^a	13,24

Legenda/Legend: \bar{X} – srednja vrednost/mean value; Cv – koeficijent varijacije/coefficent of variation; a,b – srednje vrednosti u istom radu sa različitim superskriptom se značajno razlikuju ($P < 0,05$)/a,b – means in the same row followed by the different superscript differ significantly ($P < 0,05$)

Tabela 2. pH, hemijski sastav i energetska vrednost mesa pastrmke iz ribnjaka „Vrutok“, n = 7**Table 2.** pH, chemical composition and energy value of trout meat in the pond „Vrutok“, n = 7

Svojstva/Traits	Kalifornijska pastrmka/Rainbow trout				Potočna pastrmka/ Salmo trutta fario	
	Standardna/Standard		Zlatna/Golden		\bar{X}	Cv
	\bar{X}	Cv	\bar{X}	Cv		
pH vrednost/pH value	6,28 ^a	5,36	6,35 ^a	4,85	6,34 ^a	5,14
Sadržaj vode/Water content (%)	75,98 ^a	0,91	74,99 ^b	1,07	75,90 ^a	0,91
Sadržaj proteina/Protein content (%)	19,49 ^a	2,25	19,45 ^a	2,99	19,78 ^a	1,85
Sadržaj ukupne masti/ Total fat content (%)	2,56 ^a	19,08	3,60 ^b	25,37	2,43 ^a	25,10
Sadržaj pepela/Ash content (%)	1,06 ^a	26,76	1,15 ^a	11,56	1,23 ^a	27,70
Energetska vrednost/Energy value (kJ/100 g)	434,19 ^a	10,67	474,02 ^b	14,37	434,09 ^a	13,39

Legenda/Legend: \bar{X} – srednja vrednost/mean value; Cv – koeficijent varijacije/coefficient of variation; a,b – srednje vrednosti u istom radu sa različitim superskriptom se značajno razlikuju ($P < 0,05$)/a,b – means in the same row followed by the different superscript differ significantly ($P < 0,05$)

zlatne i standardne pastrmke, kao i između zlatne i potočne pastrmke. Sadržaj pepela je nešto veći kod potočne pastrmke u poređenju sa zlatnom, odnosno standardnom, ali razlike nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$). Energetska vrednost mesa je najveća kod zlatne pastrmke, manja kod standardne, a najniža kod potočne pastrmke. Takođe, razlike u energetskoj vrednosti između zlatne i drugih dveju pastrmki su bile statistički značajne ($P < 0,05$).

U tabeli 2 su prikazani rezultati ispitivanja mesa pastrmke sa ribnjaka „Vrutok“. Najviša pH-vrednost je izmerena u mesu zlatne (6,35), manja je

kod potočne (6,34), a najmanja kod standardne pastrmke (6,28). Razlike su bile male i statistički neznačajne.

Kao i sa ribnjaka „Belica“, meso zlatne forme kalifornijske pastrmke sa ribnjaka „Vrutok“ je imalo značajno ($P < 0,05$) manji sadržaj vode u poređenju sa standardnom formom kalifornijske pastrmke i potočne pastrmke. Sadržaj proteina je bio dosta ujednačen, razlike su minimalne i statistički nisu bile značajne. Najveći sadržaj ukupne masti (3,60%) je utvrđen kod zlatne, a najniži kod potočne pastrmke (2,43%). Razlike u sadržaju

Tabela 3. pH, hemijski sastav i energetska vrednost mesa pastrmke iz oba ribnjaka**Table 3.** pH, chemical composition and energy value of trout meat in both ponds

Svojstva/Traits	Kalifornijska pastrmka/Rainbow trout				Potočna pastrmka/ Salmo trutta fario	
	Standardna/Standard		Zlatna/Golden		\bar{X}	Cv
	\bar{X}	Cv	\bar{X}	Cv		
pH vrednost/pH value	6,36 ^a	6,88	6,40 ^a	5,24	6,33 ^a	5,69
Sadržaj vode/Water content (%)	75,92 ^a	0,96	74,68 ^b	1,14	75,76 ^a	0,91
Sadržaj proteina/Protein content (%)	19,35 ^a	3,12	19,37 ^a	2,61	19,39 ^a	2,43
Sadržaj ukupne masti/ Total fat content (%)	2,53 ^a	19,09	3,57 ^b	25,04	2,44 ^a	24,18
Sadržaj pepela/Ash content (%)	1,14 ^a	25,41	1,24 ^a	15,23	1,30 ^a	25,62
Energetska vrednost/Energy value (kJ/100 g)	430,62 ^a	11,11	471,20 ^b	13,43	427,88 ^a	13,32

Legenda/Legend: \bar{X} – srednja vrednost/mean value; Cv – koeficijent varijacije/coefficient of variation; a,b – srednje vrednosti u istom radu sa različitim superskriptom se značajno razlikuju ($P < 0,05$)/a,b – means in the same row followed by the different superscript differ significantly ($P < 0,05$)

ukupne masti između zlatne i drugih dveju pastrmki (standardne i potočne) su statistički bile značajne ($P < 0,05$). Sadržaj pepela je bio malo veći u mesu potočne pastrmke (1,23%), a manji u mesu zlatne (1,15%), odnosno standardne pastrmke (1,06%), ali razlike su male i statistički nisu bile značajne. Energetska vrednost mesa zlatne pastrmke je bila značajno veća ($P < 0,05$) u odnosu na energetsku vrednost mesa standardne i potočne pastrmke.

U tabeli 3 su prikazane pH-vrednosti, hemijski sastav i energetska vrednost pastrmkinog mesa iz oba ribnjaka. Nisu utvrđene statistički značajne razlike u prosečnim vrednostima pH, sadržaju proteina i pepela. Razlike u sadržaju vode i ukupne masti, kao i u energetskoj vrednosti zlatne i drugih dveju pastrmki su statistički značajne ($P < 0,05$).

U pogledu pH-vrednosti i hemijskog sastava mesa pastrmke nije utvrđena značajna razlika između ribnjaka „Belica“ i „Vrutok“, odnosno lokalitet rubnjaka nije imao značajan uticaj na ispitivane osobine pastrmki.

Utvrđene pH vrednosti mesa pastrmki, dobijenih u ovom istraživanju, su bliske nalazima drugih autora. Tako je Milinković (1988) kod različitih grupa kalifornijske pastrmke utvrdio pH-vrednosti od 6,19 do 6,43. Kod standardne kalifornijske pastrmke, izmerena je vrednost od 6,28 (Beličovski i dr., 1993). Utvrđeno je da pH-vrednost u mesu šarana iznosi 6,52, kod štuke 6,55, smuđa 6,37, amura 6,35, belog tolstolobika 6,48 i kod sivog tolstolobika 6,21 (Tumbas i Vujković, 1978). Sve vrednosti, navedene od strane pomenutih autora, se odnose na pH-vrednost, 24 časa post mortem. Nakon smrti riba, pH-vrednost u mišićnom tkivu se smanjuje sa 6,9–7,0 na 6,2–6,4 (Vitčenko i dr., 1981).

Rezultati ispitivanja hemijskog sastava mesa pastrmki (tabele 1 i 2) pokazuju da je sadržaj vode, proteina, ukupne masti i pepela bio sličan ili približan u ispitanim mesu pastrmki iz oba ribnjaka, odnosno lokalitet ribnjaka nije pokazao značajni uticaj na hemijski sastav mesa. Suprotno, u odnosu na sadržaj vode i masti kod različitih varijeteta pastrmki, utvrđene su značajne razlike (tabela 3).

Sadržaj vode u mesu kalifornijske pastrmke utvrđen u ovoj studiji, je približan rezultatima koje su prezentovali Yasmin i dr. (2004) (75,72–75,92%). Sličnu količinu vode je utvrdio i Stevanovski (1999) u mesu obične (75,83%) i žute (72,86–73,37%) pastrmke. Bliske vrednosti navode Marošević (1982) i Grujić (2000), prema kojima meso pastrmke sadrži 75% vode, dok Teskeredžić i Pfeifer (1984) navode vrednost od 76%. Apostolski i dr. (1983) su utvrdili da meso kalifornijske pastrmke sadrži 74,20–74,51% vode. Savić i dr.,

2004 su konstatovali da sadržaj vode u mesu kalifornijske pastrmke varira od 75,5 do 66,8%, a prema ispitivanjima Kažića i Marića (1991) od 72,3 do 76,8%. Gamperl i dr. (2002), Milinković (1988) i Beličovski i dr. (1993) su utvrdili veću količinu vode u mesu ribe (77,7–78,6%, 77,4–81,4% i 78,27%, respektivno), a Plavša i dr. (2000) i Stevanovski (1999) su ustanovili manju količinu (72,85–74,20% i 73,03%, respektivno). Navodi se da je sadržaj vode u mesu ribe uvek varijabilan i zavisi, u velikoj meri, od sadržaja masti (Tumbas i Vujković, 1978). Sa porastom sadržaja vode, sadržaj masti se smanjuje.

U odnosu na sadržaj proteina u mesu, dobijeni rezultati u ovom ispitivanju, su bliski podacima objavljenim od strane drugih autora i iznose 18,69–19,35% (Teskeredžić i Pfeifer, 1984), 18,9% (Savić i dr., 2004), 18,16–18,51% (Grujić, 2000), 19,21% (Nistor i dr., 2014). Frančesko i dr. (2004) i Apostolski i dr. (1983) su utvrdili nešto veći sadržaj proteina (20,53%, 20,40–21,31%, respektivno). Yasmin i dr. (2004) i Valente i dr. (1998) navode značajno niže vrednosti (15,39–15,89% i 13,4–15,6%).

Utvrđeno je da meso zlatne pastrmke sadrži značajno ($P < 0,05$) veću količinu ukupne masti u poređenju sa drugim dvema ispitivanim pastrmkama. Razlike su verovatno rezultat manjeg sadržaja vode u mesu žute dugine pastrmke, zato što je, kako navodi Brkić (1996), količina masti u mesu riba obrnuto proporcionalna sadržaju vode. Vrednosti za sadržaj masti u mesu, koje su utvrđene u ovom istraživanju, su bliski rezultatima 1,56–2,66% (Milinković, 1988), 2,55–3,79% (Teskeredžić i Pfeifer, 1984) i 2,62–3,70 (Apostolski i dr., 1983). Kažić i Marić (1991) i Nistor i dr. (2014) navode značajno veće vrednosti (4,0–7,7% i 4,14–5,62%). Prikazani podaci pokazuju da količina masti u mesu riba varira u širokim granicama u zavisnosti od uticaja niza spoljašnjih faktora (ishrane, kvaliteta vode, kvaliteta ribnjaka, uzrasta, mase ribe i dr.).

Dobijene vrednosti za sadržaj mineralnih materija u mesu su bliske podacima drugih autora, 1,29% (Francesco i dr. 2004), 1,2% (Yıldız, 2004) i 1,36% (Celic i dr., 2008).

Rezultati izračunatih energetskih vrednosti (tabela 3) pokazuju da meso zlatne forme kalifornijske pastrmke ima značajno ($P < 0,05$) veću energetsku vrednost (471,20 kJ/100 g) u poređenju sa standardnom (430,62 kJ/100 g) i potočnom (427,88 kJ/100 g) pastrmkom. Ove vrednosti su slične onima koje su utvrdili Teskeredžić i Pfeifer (1984) za kalifornijsku pastrmku (428,479 kJ/100 g), a veće u odnosu na one koje su utvrdili Beličovski i dr. (1993) za standardnu pastrmku (378,40 kJ/100 g).

Zaključak

Nisu utvrđene značajne razlike u pH-vrednosti mesa između ispitivanih pastrmki.

U mesu zlatne forme kalifornijske pastrmke utvrđen je značajno ($P < 0,05$) manji sadržaj

vode, veći sadržaj masti, kao i veća energetska vrednost u odnosu na meso standardne i potočne pastrmke.

Lokalitet ribnjaka nije imao značajni uticaj na pH-vrednost i hemijski sastav mesa ispitivanih pastrmki.

Literatura

- Apostolski K., Petkov K., Stevanovski V., Peševa I., 1983.** Uticaj ishrane na prirast, zdravstveno stanje i kvalitet mesa kod pastrva. Ribarstvo Jugoslavije, 1, Zagreb.
- Beličovski S., Naumovski M., Pejkovski Z., Vuković V., Georgievski S., 1993.** Kvalitetot na trupot i mesoto na kaliforniskata pastrmka (*Salmo gairdneri*) odgleduvana vo ribnik so izvorska voda. Godišen zbornik na Zemjodelskiot fakultet vo Skopje, vol. XXXVIII, 189–197.
- Brkić B., 1966.** O hemijskom sastavu i hranljivoj vrednosti ribljeg mesa. Morsko ribarstvo, XVIII, 1112, 109–112.
- Celik M., Diler A., Kucukgulmez A., 2005.** A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from two different regions and climatic conditions. Food Chem. 92, 4, 637–641.
- Celik M., Göcke M. A., Başusta N., Küçükgülmez A., Taşbozan O., Tabakoğlu Ş. S., 2008.** Nutritional Quality of Rainbow Trout (*Onchorhynchus mykiss*) Caught from the Atatürk Dam Lake in Turkey. Journal of Muscle Food, 19, 50–61.
- Francesco M., Parisi G., Médale F., Lupi P., Kaushik S. J., Poli B. M., 2004.** Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based on growth and body/fillet quality traits of large rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). Aquaculture, 236, 1–4, 413–429.
- Gamperl A. K., Rodnick K. J., Faust H. A., Venn E. C., Bennett M. T., Crawshaw L. I., Keeley E. R., Powell M. S., Li H. W., 2002.** Metabolism, swimming performance, and tissue biochemistry of high desert redband trout (*Onchorhynchus mykiss* spp.): Evidence for phenotypic differences in physiological function. Physiological and Biochemical Zoology, 75, 5, 413–431.
- Grujić R., 2000.** Nauka o ishrani čovjeka. Izdavač Tehnološki fakultet, Atlantik, Banja Luka.
- ISO 1442:1997.** Meat and meat products – Determination of moisture content (Reference method).
- ISO 937:1978.** Meat and meat products – Determination of nitrogen content (Reference method).
- ISO 1443:1973.** Meat and meat products – Determination of total fat content.
- ISO 936:1998.** Meat and meat products – Determination of total ash.
- ISO 2917:1999.** Meat and meat products – Measurement of pH (Reference method).
- Kažić D., Marić D., 1991.** Kavezna proizvodnja salmonidnih riba u Skadarskom jezeru s osrvtom na kvalitet mesa. Zbornik radova. VIII savetovanje o aktuelnim zadacima veterinarske delatnosti u zaštiti higijenske ispravnosti namirnica. Ohrid.
- Marošević Đ., 1982.** Riba kao živežna namirnica. U: Slatkovodno ribarstvo. Ribozajednica, Zagreb, 533–590.
- Milinković R., 1988.** Uticaj polnih steroida i ishrane na reproduktivnu i proizvodnu svojstva kalifornijske pastrmke pri različitim uslovima gajenja. Poslovna zajednica za proizvodnju, preradu i promet stoke, stočnih proizvoda i stočne hrane, Beograd.
- Nistor E. C., Pagu I. B., Albu A., Pasarin B., 2014.** Study of Meat Physical-Chemical Composition of Three Trout Breeds Farmed in Salmonid Exploitations from Moldova. Animal Science and Biotechnologies, 47, 2, 190–195.
- Plavša N., Baltić M., Sinovec Z., Jovanović B., Kulić B., Petrović J., 2000.** Uticaj ishrane obrocima različitog sastava na kvalitet mesa kalifornijske pastrmke (*Onchorhynchus mykiss* Walbaum). Savremeno ribarstvo Jugoslavije – monografija, radovi saopšteni na IV Jugoslovenskom simpoziju „Ribarstvo Jugoslavije“ – Vršac, Beograd.
- Rasoarahona J. R. E., Barnathan G., Bianchini J. P., Gaydou E. M., 2005.** Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. Food Chem. 91, 4, 683–694.
- Raseta J., Mijatović M., Džinleski B., Kepčija D., Teskeredžić E., Katić P., 1984.** Hemijska ispravnost i kvalitet mesa riba, rakova i mkušaca. Savetovanje Higijenska ispitivanja kvaliteta mesa, riba, rakova i mkušaca u proizvodnji, preradi i prometu, Opatija, 113.
- Savić N., Mikavica D., Gruijić R., Bojanović V., Vučić G., Mandić S., Đurica R., 2004.** Hemijski sastav mesa dugičaste pastrmke (*Onchorhynchus mykiss* Wal.) iz ribnjaka Gornji Ribnik. Tehnologija mesa, 45, 1–2, 45–49.
- Stevanovski V., 1999.** Citogenetičke, morfometrijske i proizvodne karakteristike zlatne forme dugičaste pastrmke *Onchorhynchus mykiss* Walbaum dobijene u Makedoniji. Doktorska disertacija. Fakultet veterinarske medicine, Beograd.
- Stipković F., 1982.** Promjene svojstava sardele (lovna područja korčulanskog bazena) tokom godine i njihov uticaj na proizvodnju „sardine u ulju“. Magisterski rad. Prehrabno-Biotehnoloski Fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Tadejević V., 1971.** Poznavanje robe s osnovama tehnologije i nauka o ishrani. Školska knjiga, Zagreb, 310–316.
- Teskeredžić Z., Pfeifer K., 1984.** Kakvoća mesa kalifornijske pastrve, *Salmo gairdneri* uzgajane u bočatoj vodi. VI savetovanje o higijenskoj ispravnosti i kvalitetu mesa riba, rakova i mkušaca u proizvodnji, preradi i prometu. Opatija.
- Tumbas Lj., Vujković G., 1978.** Kvalitet ribljeg mesa nekih vrsta slatkovodnih riba u odnosu na sadržaj vode, bjelančevina i masti. Ribarstvo Jugoslavije, 33, 5, 116–118.

- Valente L. M. P., Fauconneau B., Gomes E. F. S., 1998.** Voluntary feed intake, feed and nutrient utilisation in slow and fast growing rainbow trout strains. Aquatic Living Resource 11, 2, 93–99.
- Vitčenko A., Kopilov Á., Lebedov M., Sljusarenko E., Opackaja E., 1981.** Ribopromislovoe delo. Izdatelstvo „Legkaja i piščevaja promišlenost“, Moskva, str. 175.
- Vranić D., Baltić Ž. M., Trbović D., Đinović-Stojanović J., Marković R., Petronijević R., Spirić A., 2012.** Mlad i konzumna kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus mykiss*): hemijski sastav, sadržaj holesterola i masnokiselinski sastav fileta. Tehnologija mesa 53, 1, 26–35.
- Vranić D., Trbović D., Đinović J., Mažić Z., Spirić D., Milićević D., Spirić A., 2010.** Nutritivna vrednost kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*) i šarana (*Cyprinus carpio*) iz akvakulture. Tehnologija mesa, 51, 2, 159–168.
- Yasmin A., Takeuchi T., Hirota T., Ishida S., 2004.** Effect of conjugated linolenic acid (*cis*-9, *trans*-11, *cis*-13–18:3) on growth performance and lipid composition of fingerling rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Fisheries Science, 70, 1009–1018.
- Yıldız M., 2004.** The Study of Fillet Quality and the Growth Performance of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fed with Diets Containing Different Amounts of Vitamin E. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 4, 81–86.

Chemical composition and pH value of rainbow trout (*Oncorhynchus Mykiss*) and river trout (*Salmo trutta fario*) meat grown in fish ponds

Beličovska Katerina, Beličovska Daniela, Pejkovski Zlatko, Uzunoska Zora

S u m m a r y: pH value, basic chemical composition (water, proteins, fats and ash) as well as energy value of rainbow (standard and golden type) and river trout meat were investigated. The fish have been grown and fed in the same way in two different ponds with pure spring water. Chemical composition was determined by standard methods. pH value was measured using pH meter by direct inserting the combined probe into the comminuted and homogenized meat, being kept for 24 hours in refrigerator (2–4°C), according to standard ISO method.

It was found that pH value of the standard rainbow type, golden rainbow type and the river trout meat was 6.36, 6.40 and 6.33, respectively. Meat from standard rainbow trout contained 75.92% water; 19.35% proteins, 2.53% fat, 1.14% ash and 430.62 kJ/100 g, compared to the golden rainbow type of trout containing 74.68%, 19.37%, 3.57%, 1.24% and 471.20 kJ/100g, respectively. The values for the above mentioned items in river trout meat were 75.76%, 19.39%, 2.44%, 1.30% and 427.88 kJ/100 g, respectively.

The differences in water, fat content and the energy value of meat between golden rainbow trout and the other two trout types were significant ($P < 0.05$).

Key words: trout, meat, pH, chemical composition.

Rad primljen: 19.1.2015.

Rad ispravljen: 5.7.2015.

Rad prihvaćen: 7.7.2015.

UPUTSTVO AUTORIMA

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

1. Originalni naučni radovi (radovi u kojima se navode neobjavljeni 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 objavljaju 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.

Objavljaju se originalni radovi koji prethodno nisu nigde publikovani, saopšteni ili uzeti u razmatranje za objavljinje 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 Uredivačkog 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 rezimi (1/10 dužine članka) objavljaju 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, italic, veličina slova 12). Brojčanom oznakom, u superskriptu, iza imena autora, označava se institucija. Na kraju prve strane, u fuznoti, navode se, prema brojčanoj oznaci, naziv i adresa institucije u kojoj su autori zaposleni (italic, 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 (do 10) 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 (italic, 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 (italic, veličina slova 12).

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

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

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

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

- U tekstu, citirana literatura označava se prezimenom autora, prezimenom i veznikom „i“ ako su dva autora, ili, ako je više od dva autora, prezimenom prvog autora i dodatkom „i dr.“ (italik) i godinom objavlјivanja (sve u zagradici);
 - Slike i crteži se obeležavaju brojem kojim se navode u radu. Nazivi tabela se pišu iznad, a nazivi grafikona i slika ispod (mala slova). Nazive tabela i tekst u tabelama, grafikonima i slikama treba pisati dvojezično, pri čemu je drugi jezik engleski. Tabele, grafikone i slike treba dati u prilogu rada;
 - Pri preuzimanju tabela, grafikona i slika iz literature autor je obavezan da navede izvor (na primer autor, godina objavlјivanja, 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 objavlјivanja, i to: prezime autora, prvo slovo imena, godina objavljenog rada (mala slova veličine 12, bold), a u nastavku, naziv rada u celosti, naziv časopisa ili drugog izvora, volumen i broj časopisa, početna i završna strana rada.

Primer:

Dinović J., Popović A., Spirić A., Turubatović L., Jira W., 2008. 16 EU prioritetnih polickličnih 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
vesna@inmesbgd.com
danijelas@inmesbgd.co

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 (maximum 10) in Serbian or the language of the paper. The abstract should be typed below the title and names of the authors.

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

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

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

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

1. Introduction: should contain clear description of the investigated subject and aim of the research with the short citations of the relevant literature (not more than 10 years old);
2. Material and methods: this chapter describes material and methods used and outlines the design of the experiment;

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

- When in the text, literature is cited by giving author's last name, last name with "and", if the cited literature is published by two authors, or, in the case of more than two authors, by "et al." abbreviation after the surname of the first author (*italic*). Cited literature with the year of publishing should be in brackets.
- Figures and illustrations are numerated with the same number as given in the text of the paper. Titles of the tables are written above the tables; titles of the graphs and illustrations are printed below (in lowercase). Table titles and content should be written bilingually (the other language is always English). Tables, graphs and figures are submitted separately, in the appendix.
- If tables, graphs or figures originate from other sources, the author is required to state the source of such data (author, year of publishing, journal etc.).
- The author should apply the International System of Units (SI system) and current regulation on measuring units and measuring instruments.

4. Conclusion: provides the review of the most important facts obtained during the research.

5. Note (acknowledgement): should contain title and number of the project i.e. title of the program from which is the research carried out and described in the paper, as well as the name of the institution that funded the project or program. All this is stated at the bottom of the first page of the paper.

6. References: should be given in alphabetical and chronological order as follows: last name of the author, first name initial, year of publication (lowercase, font size 12 pt, bold), following by the full title of the reference, name of the journal or other source, journal's volume, number, and pagination of the paper.

Example:

Dinović J., Popović A., Spirić A., Turubatović L., Jira W., 2008. 16 EU prioritetnih polickličnih 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
vesna@inmesbgd.com
danielas@inmesbgd.co

EDITORIAL BOARD

Obaveštavamo javnost da Institut za higijenu i tehnologiju mesa organizuje Međunarodni 58. kongres industrije mesa sa temom „Bezbednost i kvalitet mesa: kako dalje?“ koji će biti održan u periodu 4–7. oktobra 2015. godine na Zlatiboru, hotel „Mona“. Detaljnije informacije o skupu mogu se naći na sajtu konferencije www.mesim.rs

Redakcija časopisa „Tehnologija mesa“ obaveštava čitaoce da je u prethodnom broju Tehnologija mesa 55, 2/2014 rad „Mogućnosti supstitucije natrijum-hlorida nekim hloridnim solima u procesu proizvodnje suvog svinjskog mesa“ autora Lilić Slobodana, Branke Borović i Vranić Danijele neispravno kategorisan kao originalni naučni rad. Kategorija ovog rada je pregledni rad.

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

664.9

TEHNOLOGIJA mesa : naučni časopis /
glavni i odgovorni urednik Vesna Ž. Đorđević.
- God. 1, br. 1 (1960)- . - Beograd : Institut za
higijenu i tehnologiju mesa, 1960- (Beograd :
Naučna KMD). - 30 cm

Dva puta godišnje. - Tekst na srp. i engl. jeziku.
Drugo izdanje na drugom medijumu:
Tehnologija mesa (Online) = ISSN 2406-1247
ISSN 0494-9846 = Tehnologija mesa
COBISS.SR-ID 2948098

