

# 53. HRVATSKI I 13. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ AGRONOMA, zbornik radova

---

**Kušec, Goran; ...; Djurkin Kušec, Ivona; Gvozdanović, Kristina; ...; Ivezic, Vladimir; Lončarić, Zdenko; Popović, Brigita; Engler, Meri; Kovačić, Đurđica; ...**

**Edited book / Urednička knjiga**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Publication year / Godina izdavanja:* **2018**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:673173>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-04**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)





Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

**Faculty of Agriculture  
in Osijek**

53<sup>rd</sup> CROATIAN AND 13<sup>th</sup> INTERNATIONAL

**SYMPOSIUM ON**



**AGRICULTURE**

ZBORNİK RADOVA

PROCEEDINGS

Croatian <sup>53</sup>  
*sa*  
2018 <sup>13</sup>  
International  
Symposium on  
Agriculture

Izdavač | Published by **Poljoprivredni fakultet  
Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Faculty of Agriculture,  
University Josip Juraj Strossmayer in Osijek**

Za izdavača | Publisher **Krunoslav Zmaić**

Glavni urednici | Editors in Chief **Vlatka Rozman  
Zvonko Antunović**

Tehnički urednici | Technical  
Editors **Željka Klir  
Josipa Puškarić  
Ivana Varga  
Daniel Haman  
Darko Kerovec**

Oblikovanje | Design by **Ras Lužaić**

Tisak | Print by **VIN Grafika**

ISSN **2459-5543**

53. HRVATSKI I 53<sup>rd</sup> CROATIAN AND  
13. MEĐUNARODNI 13<sup>th</sup> INTERNATIONAL  
SIMPOZIJ SYMPOSIUM ON  
AGRONOMA AGRICULTURE

18. – 23. veljače 2018. | Vodice | Hrvatska  
18 – 23 February 2018 | Vodice | Croatia

**ZBORNİK RADOVA** | **PROCEEDINGS**

Vodice, OLYMPIA Sky



## **Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**

i

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru, Bosna i Hercegovina

Akademija poljoprivrednih znanosti

Balkan Environmental Association (B.EN.A)

Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Slovenija

European Hygienic Engineering&Design Group (EHEDG), Germany

European Society of Agricultural Engineers (EurAgEng)

Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru, Slovenija

Hrvatska agronomska komora

Hrvatsko agronomsko društvo

Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

### **pod pokroviteljstvom**

Ministarstva znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske

Ministarstva poljoprivrede Republike Hrvatske

Ministarstva zaštite okoliša i energetike Republike Hrvatske

### **u suradnji s**

Bc Institutom za oplemenjivanje i proizvodnju bilja, Zagreb

Brodsko-posavskom županijom

Društvom agronoma Osijek

Gradom Osijekom

Gradom Požegom

Gradom Slavonskim Brodom

Gradom Vinkovcima

Gradom Vodicama

Hrvatskim lovačkim savezom, Zagreb

Hrvatskom agencijom za hranu, Osijek

Hrvatskim centrom za poljoprivredu, hranu i selo, Zagreb

Hrvatskom gospodarskom komorom, Zagreb

Hrvatskom poljoprivrednom agencijom, Križevci

Institutom za jadranske kulture i melioraciju krša, Split

Institutom za poljoprivredu i turizam, Poreč

Osječko-baranjskom županijom

Poljoprivrednim institutom Osijek

Savjetodavnom službom, Zagreb

Sveučilištem u Splitu

Sveučilištem u Zadru

Veleučilištem u Kninu

Veleučilištem u Požegi

Veleučilištem u Slavonskom Brodu

Veleučilištem u Šibeniku

Visokim gospodarskim učilištem u Križevcima

Vukovarsko-srijemskom županijom

### **organiziraju**

**53. hrvatski i 13. međunarodni simpozij agronoma**

**18. do 23. veljače 2018., Vodice, Hrvatska**



mediji



# AGROglas

pod sponzorstvom



## **Faculty of Agriculture, University Josip Juraj Strossmayer in Osijek**

and

Faculty of Agriculture University of Zagreb

Academy of Agricultural Sciences

Balkan Environmental Association (B.EN.A)

Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Slovenia

Croatian Chamber of Agronomists

Croatian Society of Agronomy

European Hygienic Engineering&Design Group (EHEDG), Germany

European Society of Agricultural Engineers (EurAgEng)

Faculty of Agriculture and Food Technology, University of Mostar, Bosnia and Herzegovina

Faculty of Food Technology Osijek, Croatia

Faculty of Agriculture and Life Sciences, University of Maribor, Slovenia

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod

### **under the auspices of the**

Ministry of Science and Education of the Republic of Croatia

Ministry of Agriculture of the Republic of Croatia

Ministry of Environmental and Energy of the Republic of Croatia

### **in collaboration with**

Agricultural Institute Osijek

Agricultural Extension Service

Bc Institute for Breeding and Production of Field Crops, Zagreb

City of Vodice

City of Osijek

City of Požega

City of Slavonski Brod

City of Vinkovci

College of Agriculture in Križevci

County of Brod-Posavina

County of Osijek-Baranya

County of Vukovar-Srijem

Croatian Agricultural Agency, Križevci

Croatian Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs, Zagreb

Croatian Chamber of economy

Croatian Food Agency, Osijek

Croatian Hunting Federation

Institute for Adriatic Crops and Karsts Reclamation, Split

Institute of Agriculture and Tourism, Poreč

Polytechnic "Marko Marulić" in Knin

Polytechnic in Šibenik

Society of Agronomy, Osijek

University of Applied Sciences in Požega

University of Applied Sciences in Slavonski Brod

University of Split

University of Zadar

**organize**

**53<sup>rd</sup> Croatian & 13<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture**

**February 18 - 23, 2018, Vodice, Croatia**



under the auspices of media



# AGROglas

sponsored by



## **Organizacijski odbor Organizing Committee**

**Predsjednik | Chairman**  
Krunoslav Zmaić, Croatia

### **Članovi | Members**

Zoran Grgić, Croatia  
Ivan Ostojić, Bosnia and Hercegovina  
Georgius Vasilikiotis, Greece  
Caner Zanbak, Turkey  
Milan Mesić, Croatia  
Miha Humar, Slovenia  
Reiner Brunsch, Germany  
David Tinker, United Kingdom  
Claus Grøn Sørensen, Denmark  
Emmanuel Hugo, France  
Peter Groot Koerkamp, Netherlands  
Ludvig Josefsberg, Germany  
Branko Kramberger, Slovenia  
Josip Haramija, Croatia  
Jurislav Babić, Croatia  
Ivan Samardžić, Croatia  
Vlado Guberac, Croatia  
Blaženka Divjak, Croatia  
Tomislav Tolušić, Croatia  
Tomislav Ćorić, Croatia  
Ivica Ikić, Croatia  
Danijel Marušić, Croatia  
Romeo Jukić, Croatia  
Nelka Tomić, Croatia  
Ivan Vrkić, Croatia  
Darko Puljašić, Croatia  
Mirko Duspara, Croatia  
Ivan Bosančić, Croatia  
Đuro Dečak, Croatia  
Andrea Gross-Bošković, Croatia  
Krunoslav Dugalić, Croatia  
Zdravko Barač, Croatia  
Katja Žanić, Croatia  
Dean Ban, Croatia  
Ivan Anušić, Croatia  
Zvonimir Zdunić, Croatia  
Zdravko Tušek, Croatia  
Šimun Anđelinović, Croatia  
Dijana Vican, Croatia  
Lovorka Blažević, Croatia  
Dinko Zima, Croatia  
Josip Jukić, Croatia  
Marijana Ivanek-Martinčić, Croatia  
Božo Galić, Croatia  
Ivan Malenica, Croatia

## **Znanstveni odbor Scientific Committee**

**Predsjednici | Chairmans**  
Vlatka Rozman  
Zvonko Antunović

### **Članovi | Members**

Mato Drenjančević  
Lari Hadelan  
Vladimir Ivezić  
Dinko Jelkić  
Zoran Luković  
Pero Mijić  
Boro Mioč  
Sonja Petrović  
Ana Pospišil  
Milan Pospišil  
Mirta Rastija  
Mario Sraka  
Tihana Sudarić  
Hrvoje Šarčević  
Nina Toth  
Tomislav Vinković

**Tajnik | Secretary**  
Tihomir Florijančić

# SADRŽAJ | CONTENTS

## 00 | Plenarna izlaganja Plenary section

Nina Čebulj-Kadunc .....	1
<b>Natural hormones in cow milk and their influence on human health</b>	
Domagoj Šimić .....	7
<b>Maize and climate change – coping with multiple stress</b>	
<b>Kukuruz i klimatske promjene – suočavanje s višestrukim stresom</b>	
Goran Kušec, Benedicte Lebret, Ivona Djurkin Kušec, Cristina Ovilo, Maria Font Furnols, Riccardo Bozzi, Danijel Karolyi, Kristina Gvozdanović, Marjeta Čandek Potokar .....	17
<b>High-tech science for small scale pork producers</b>	
Renata Bažok, Darija Lemić, Maja Čačija, Dinka Grubišić, Ivana Pajač Živković, Zrinka Drmić, Helena Virić Gašparić, Božena Barić .....	28
<b>Resistance of plant pests to insecticides: causes, consequences and possible solutions</b>	
<b>Rezistentnost štetnika na insekticide- uzroci, posljedice i moguća rješenja</b>	

## 01 | Agroekologija, ekološka poljoprivreda i zaštita okoliša Agroecology, Organic Agriculture and Environment Protection

Jaroslav Antal, Elena Kondrlová .....	41
<b>Dimensioning of contour and riparian buffer strips</b>	
Igor Bogunović, Ivan Dugan, Manuel Matišić, Sandi Chiavalon, Ivica Kisić .....	46
<b>Utjecaj različitih načina obrade i gnojidbe na brzinu infiltracije, poroznost i strukturu tla</b>	
<b>Impact of different tillage and fertilisation treatment on soil infiltration, porosity and structure</b>	
Nikolina Grabić, Vladimir Ivezić, Zdenko Lončarić, Brigita Popović, Meri Engler .....	51
<b>Klijavost salate i krastavca na kompostima dobivenim iz komunalnog otpada</b>	
<b>Germination index of salad and cucumber on composts from municipal solid waste</b>	
Ivana Ravlić, Danijel Šabić .....	56
<b>Calculation of greenhouse gas emissions from rapeseed cultivation</b>	
Đurđica Kovačić, Davor Kralik, Karlo Došen, Daria Jovičić, Spajić Robert, Hroval Robert .....	61
<b>Anaerobna kodigestija divljeg kestena i goveđe gnojovke s ciljem povećanja prinosa bioplina</b>	
<b>Anaerobic co-digestion of horse chestnut seeds and cow manure for enhanced biogas production</b>	
Ivan Magdić, Domagoj Svržnjak, Mario Sraka, Vilim Filipović, Vedran Rubinić .....	66
<b>Utjecaj disperznih sredstava na rezultate analize mehaničkog sastava tla</b>	
<b>Influence of dispersion agents on the results of the analysis of the particle size distribution</b>	
Marko Ožura, Krunoslav Rodman, Miljenko Gašparac, Izidor Drvar .....	71
<b>Analiza vegetacije nakon požara u šumskom ekosustavu - primjer g.j. Trepča</b>	
<b>Analysis of vegetation after wildfire in a forest ecosystem - Example management unit Trepča</b>	

Edita Štefanić, Nataša Radojčić, Mario Frolich, Klara Štefanić, Darko Dimić, Eleonora Musser .....	76
<b>Aeroallergen survey of Vukovar-Srijem County using a burkard volumetric spore trap</b>	
Darko Velić, Natalija Velić, Marina Tišma, Ivan Kovač, Ivana Ćurković .....	81
<b>Solid-state fermentation of agro-food waste: applicability comparison of two bioreactor configurations</b>	
Vladimir Zebec, Zoran Semialjac, Miroslav Dadić, Zdenko Lončarić, Monika Marković, Domagoj Rastija .....	86
<b>Pogodnost lesiviranih tala za navodnjavanje na području Istočne Hrvatske</b> <b>Irrigation suitability of luvisol in East Croatia</b>	
Dinko Zima, Edita Štefanić .....	91
<b>Analiza medonosnosti invazivnih biljnih vrsta Požeške kotline</b> <b>Analysis of Melliferous Invasive Plants of Požega Valley</b>	

## 02 | Agroekonomika i ruralna sociologija / Agricultural Economics and Rural Sociology

Ana Čehić, Milan Oplanić, Ana Težak Damijanić .....	99
<b>Distribution channels of small agricultural producers - dual role of Internet</b> <b>Kanali distribucije malih poljoprivrednih proizvođača - dvostruka uloga interneta</b>	
Lari Hadelan, Magdalena Zrakić, Josip Marušić, Ivo Grgić .....	104
<b>Višekriterijska usporedba hrvatske i slovenske prehrambene industrije</b> <b>Multi-criteria comparison of the Croatian and Slovenian food industry</b>	
Anita Silvana Ilak Peršurić, Ana Težak Damijanić .....	110
<b>Differences among preferences of wine consumers in relation to the wine attributes</b> <b>Razlike u preferencijama potrošača vina u odnosu na atribut vina</b>	
Sanjin Ivanović, Ivan Stešić, Zorica Vasiljević, Vlade Zarić, Vesna Očić .....	115
<b>Ekonomska opravdanost investicije u proizvodnju borovnice</b> <b>Economic efficiency of investments in blueberry production</b>	
Sanja Jelić, Ružica Lončarić, Ines Farkaš .....	120
<b>Preferencije potrošača prema potrošnji i kupovini mrkve u Hrvatskoj</b> <b>Consumer preferences towards consumption and buying carrot in Croatia</b>	
Josip Juračak, Goran Kiš, Tomislav Gligora .....	125
<b>Razvoj on-line alata za izradu krmnih smjesa na malim gospodarstvima</b> <b>The development of on-line feed-mixing application for small scale farms</b>	
Lucija Korda, Marina Tomić, Željka Mesić .....	130
<b>Povezanost socio-demografskih obilježja i konzumacije hrane tijekom radnog vremena</b> <b>Relationship between socio-demographic characteristics and food consumption during working time</b>	
Damir Kovačić, Josip Juračak, Marina Tomić, Roberta Lovrinov .....	135
<b>Testiranje novog proizvoda na primjeru ugostiteljske ponude CroSea</b> <b>Testing a Novel Product on the Example of CroSea Catering Offer</b>	
David Kranjac, Krunoslav Zmaić, Tihana Sudarić .....	140
<b>Pregled modela za projekcije razvoja tržišta poljoprivrednih proizvoda s naglaskom na AGMEMOD model</b> <b>Review of partial equilibrium models for agricultural market projections and impacts of policy changes with emphasis on AGMEMOD model</b>	

Ružica Lončarić, Zrinka Tolušić, Ines Farkaš .....	145
<b>Trendovi na tržištu mrkve u Republici Hrvatskoj</b> <b>Trends on carrot's market in Republic of Croatia</b>	
Tihana Sudarić, Andrea Galić, Ante Bubalo.....	150
<b>Primjena kvalitativnog metodološkog okvira za ocjenu ekološke poljoprivrede</b> <b>Application of the Qualitative Methodological Framework for Organic Agriculture</b>	
Tihana Sudarić, Krunoslav Zmaić, Paola Paoloni, Marco Valeri, Dominik Bokun .....	155
<b>Italian vs Croatian cooperative system</b>	
Kristina Svržnjak, Ivana Hrg Matušin, Sandra Kantar, Dušanka Gajdić.....	160
<b>Indikatori za procjenu održivosti ruralnog turizma</b> <b>Indicators for evaluation of sustainable rural tourism</b>	
Ivan Spužević, Elma Sefo .....	165
<b>Ekonomska analiza proizvodnje lubenica</b> <b>Economics of watermelon production</b>	
Filip Šimić, Branka Šakić Bobić, Tajana Čop, Zoran Grgić .....	170
<b>Isplativost uzgoja Istarskog goveda</b> <b>Economic production of the Istrian cattle</b>	
Vlade Zarić, Marija Cerjak, Borislav Rajković, Martina Atelj, Marina Tomić .....	175
<b>Percepcija potrošača o intrinzičnim i ekstrinzičnim obilježjima voća i povrća na tržištima i u trgovačkim lancima u Srbiji i Hrvatskoj</b> <b>Consumer perception of intrinsic and extrinsic fruits and vegetables characteristics on open markets and retail chains in Serbia and Croatia</b>	
Đurđica Žutinić, Izabela Odeljan .....	180
<b>Međunarodna suradnja i umrežavanje kao potpora razvoju poljoprivrednih savjetodavnih službi</b> <b>International collaboration and networking as support for improving agricultural advisory services</b>	

## 03

### **Genetika, oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo / Genetics, Plant Breeding and Seed Production**

Ivan Abičić, Bojan Šarkanj, Tihana Marček, Valentina Španić.....	187
<b>Procjena utjecaja zaraženosti Fusariumom na agronomski svojstva pšenice</b> <b>Estimate of Fusarium influence on wheat agronomic traits</b>	
Vlatko Galić, Mario Franić, Antun Jambrović, Ivan Brkić, Tatjana Ledenčan, Zvonimir Zdunić, Andrija Brkić, Mirna Volenik, Domagoj Šimić.....	192
<b>QTL analysis for secondary traits in maize before and after the genomewide predictions</b>	
Snežana V. Jovanović, Goran Todorović, Branka Kresović, Mile Sečanski, Branimir Šimić, Ratibor Štrbanović, Rade Stanisavljević, Dobrivoj Poštić.....	196
<b>Effects of different types of cytoplasm on the number of kernels per row of maize inbred lines</b>	
Vedran Orkić, Sunčica Guberac, Sonja Petrović, Sonja Vila, Andrijana Rebekić, Vlado Guberac.....	201
<b>Genetska kontrola dormantnosti pšenice</b> <b>Genetic control of seed dormancy in wheat</b>	
Leona Pavlic, Sonja Petrović, Ivana Rukavina, Sonja Vila, Sunčica Guberac, Vedran Orkić, Vlado Guberac .....	206
<b>Ispitivanje genetske čistoće sjemena pšenice fenolnim testom</b> <b>Application of phenol test for seed purity examination in wheat gene collection</b>	



Andrijana Rebekić, Miroslav Lisjak, Katarina Mišković Špoljarić, Sunčica Guberac, Vedran Orkić.....	211
<b>Project: Genotype specificity of wheatgrass (<i>Triticum aestivum</i> L.) highly nutritional natural food supplement</b>	
Siniša Srećec, Valerija Dunkić, Nada Bezić, Dario Kremer, Renata Erhatic.....	216
<b>Some doubts and controversies about anatomy of carob (<i>Ceratonia siliqua</i> L.) seed coat</b>	

## 04 Povrćarstvo, ukrasno, aromatično i ljekovito bilje / Vegetable Growing, Ornamental, Aromatic and Medicinal Plants

Renata Baličević, Marija Ravlić, Pavo Lucić, Nikolina Šević .....	223
<b>Alelopatski potencijal biljnih vrsta iz porodice Convolvulaceae na salatu</b>	
<b>Allelopathic potential of Convolvulaceae plant species on lettuce</b>	
Renata Erhatic, Kristina Benčak.....	228
<b>Utjecaj supstrata na rast i razvoj bosiljka (<i>Ocimum basilicum</i> L.)</b>	
<b>Impact of substrate on growth and development of basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.)</b>	
Marija Mandušić, Katja Žanić, Branimir Urlić, Ana Matešković, Jelena Šteković, Gvozden Dumičić.....	233
<b>Smanjenje populacije <i>Bemisia tabaci</i> u uzgoju božične zvijezde primjenom tehnike „trap cropping“</b>	
<b>Management of <i>Bemisia tabaci</i> in poinsettia cultivation by "trap cropping" technique application</b>	
Nevena Opačić, Sanja Fabek Uher, Ivanka Žutić, Sanja Radman, Nina Toth, Božidar Benko .....	238
<b>Količina makroelemenata muškadne tikve uz primjenu biostimulatora</b>	
<b>Macroelements content of butternut squash by application of biostimulants</b>	
Elma Sefo, Zdravko Matotan, Zrinka Knezović, Nada Parađiković, Ana Mandić .....	243
<b>Utjecaj koncentracija hranjive otopine na rast presadnica paprike uzgajanih u plutajućim kontejnerima</b>	
<b>The effect of nutrient solution concentrations on development of pepper transplants grown in floating containers</b>	
Jana Šic Žlabur, Nadica Dobričević, Sandra Voća, Ante Galić, Stjepan Pliestic, Ilijana Mišković .....	248
<b>Nutritivni sastav različitih vrsta bundeve</b>	
<b>Nutritional composition of different pumpkin species</b>	
Krenaída Taraj, Ilirjan Malollari, Fatos Ylli, Adelaida Andoni, Lorena Ciko, Xhejni Borshi.....	253
<b>Essential oil extraction from Albanian <i>Lavandula officinalis</i> Chaix and its characterization by FTIR spectroscopy</b>	
Tomislav Vinković, Nada Parađiković, Monika Tkalec, Antonija Lošonski, Krunoslav Zmaić.....	257
<b>Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na klijavost i energiju klijanja krastavca</b>	
<b>Influence of different type of artificial lighting on cucumber seed germination</b>	

## 05 Ratarstvo / Field Crop Production

Sanja Bilić, Manda Antunović, Ivana Varga .....	265
<b>Utjecaj roka vađenja na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe u 2013. godini</b>	
<b>Effects of harvesting dates on yield and quality of sugar beet in 2013</b>	

Krešimir Bošnjak, Marina Vranić, Ivana Čačić, Darko Uher, Marko Vodopija .....	270
<b>Produktivnost i kvaliteta talijanskog ljujla kao ozime krmne međukulture</b> <b>Yield and quality of italian ryegrass forage sown as winter forage crop</b>	
Mateja Grubor, Tajana Krička, Nikola Bilandžija, Vanja Jurišić, Neven Voća, Alan Antonović, Ana Matin .....	275
<b>Kukuruzovina kao energent za proizvodnju krutog goriva</b> <b>Maize straw as an energy source for solid fuel production</b>	
Vedrana Hanžek, Bojana Brozović, Monika Marković, Vjekoslav Tadić, Miro Stošić .....	280
<b>Urod zrna soje pri različitim načinima obrade tla</b> <b>Soybean grain yield under different soil tillage treatments</b>	
Dario Ilikić, Mirta Rastija, Jurica Jović, Vlado Kovačević, Daniela Horvat, Ivana Varga .....	284
<b>Prinos i kvaliteta zrna pšenice na kalciziranom tlu</b> <b>Grain yield and quality of winter wheat on limed soil</b>	
Jović Jurica, Kristek Suzana, Guberac Vlado, Popović Brigita, Horvat Daniela, Bešlo Drago, Romić Ivan, Prakatur Berislav, Ivanković Ilija, Ivezic Vladimir .....	289
<b>Utjecaj gnojidbe i mikrobiološkog preparata na sadržaj ulja i bjelančevina u zrnu soje</b> <b>Influence of fertilization and microbiological preparation on oil and protein content in soybean grain</b>	
Vanja Jurišić, Tajana Krička, Ana Matin, Mateja Grubor, Alan Antonović, Neven Voća, Mislav Kontek, Nikola Bilandžija .....	294
<b>Mogućnost korištenja trave <i>Miscanthus</i> uzgojene na tlima lošije kvalitete kao čvrstog biogoriva</b> <b>Potential for utilization of <i>Miscanthus</i> grown on marginal land as solid biofuel</b>	
Dragan Jurković, Nikolina Kajić, Anamarija Banaj, Đuro Banaj .....	299
<b>Utjecaj načina sjetve na prinos zrna kukuruza</b> <b>Influence of sowing method on maize grain yield</b>	
Todor Manilov, Ivan Zhalnov .....	304
<b>Weed control in ExpresSun® sunflower (<i>Helianthus annuus</i> L.)</b>	
Ivan Manolov, Nely Valeva, Jonko Stamenov, Svetla Kostadinova, Margarita Nikolova .....	309
<b>Estimating nutrient use efficiency in field crops grown on Pomorie region, Bulgaria</b>	
Igor Maršić, Bojana Brozović, Monika Marković, Vjekoslav Tadić, Miro Stošić .....	314
<b>Otpor tla na različitim načinima obrade tla u usjevu soje</b> <b>Soil resistance in different soil tillage treatments in soybean</b>	
Ana Matin, Tajana Krička, Nikola Bilandžija, Vanja Jurišić, Mateja Grubor, Alan Antonović, Josip Lakić, Neven Voća .....	319
<b>Utjecaj sortimenta na goriva i negoriva svojstva biomase stabljike soje</b> <b>Varieties influence on soybean straw biomass combustible and non-combustible properties</b>	
Anyo Mitkov, Mariyan Yanev, Nesho Neshev, Hristiyan Uzunov, Tonyo Tonev .....	323
<b>Control of weeds in Clearfield® oilseed rape (<i>Brassica napus</i> L.)</b>	
Anyo Mitkov, Nesho Neshev, Mariyan Yanev, Tonyo Tonev .....	328
<b>Control of broadleaf weeds in winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)</b>	
Galia Panayotova, Svetla Kostadinova, Ivan Manolov .....	333
<b>Mineral balances of nitrogen and phosphorus in cotton-durum wheat crop rotation depends on the fertilization system</b>	
Milan Pospišil, Marina Brčić, Ana Pospišil, Jasminka Butorac, Dubravka Škevin, Klara Kraljić .....	338
<b>Reakcija novih hibrida uljane repice na količinu dušika u prihrani</b> <b>Response of new rapeseed hybrids to the nitrogen rate in topdressing</b>	

## 06

**Ribarstvo, lovstvo i pčelarstvo /  
 Fisheries, Game Management and Beekeeping**

Dritan Arapi, Rigerta Sadikaj, Vladimir Spaho .....	345
<b>The first registration of oilfish <i>Ruvettus pretiosus</i> (Cocco, 1833) in the waters of the Albanian coast of the Adriatic Sea; morphometry</b>	
Tatjana Dobroslavić, Frana Bašica, Matea Martinović, Jadranka Sulić Šprem, Vlasta Bartulović.....	350
<b>Biometrijska obilježja kljunčice, <i>Capros aper</i> (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana    Biometry analysis of the boarfish, <i>Capros aper</i> (Linnaeus, 1758) from the southern Adriatic</b>	
Željko Hrg Matušin .....	355
<b>Procjena kvalitete uniflornih vrsta meda s područja Republike Hrvatske u razdoblju od 2015. do 2016.    Quality assessment of unifloral honey from Croatia between 2015 and 2016</b>	
Neven Iveša, Marina Piria, Martina Gelli, Matko Mičić, Ana Gavrilović.....	360
<b>Prisutnost i distribucija termofilnih vrsta riba u Medulinskom zaljevu    Incidence and distribution of thermophilic fish species in the Bay of Medulin</b>	
Goran Jakšić, Krešimir Kuri, Margita Jadan, Natalija Topić Popović, Davor Zanella, Tomislav Treer, Marina Piria .....	365
<b>Da li je model von Bertalanffy prikladan za određivanje rasta invazivnih pontsko-kaspijskih glavoča?    Is von Bertalanffy model suitable for determining the growth of invasive Ponto-Caspian gobies?</b>	
Jurica Jug-Dujaković, Ana Gavrilović, Steven Van Gorder .....	370
<b>Osnovni dizajn dva održiva akvaponijska proizvodna sustava    Basic design of two sustainable aquaponic production systems</b>	
Ivana Konjevod, Ana Gavrilović, Ana Ljubičić, Marina Brailo, Stjepan Orhanović, Jurica Jug-Dujaković.....	375
<b>Promjena kemijskih pokazatelja svježine lubina, <i>Dicentrachus labrax</i> (Linnaeus, 1758), pri različitim uvjetima pripreme i skladištenja    Changes in chemical indicators of freshness of mediterranean sea bass, <i>Dicentrachus labrax</i> (Linnaeus, 1758) under different conditions of preparation and storage</b>	
Matea Martinović, Frana Bašica, Tatjana Dobroslavić, Jadranka Sulić Šprem, Vlasta Bartulović.....	380
<b>Biometrijske karakteristike šljuke, <i>Macroramphosus scolopax</i> (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana    Biometric characteristics of longspine snipefish, <i>Macroramphosus scolopax</i> (Linnaeus, 1758) from the southern Adriatic Sea</b>	
Goran Mirjanić, Rasim Karajić, Nebojša Nedić .....	385
<b>Karakteristike sive pčele (<i>Apis mellifera carnica</i>) sjeverozapadnog dijela BiH    Characteristics of carniolan breed of bees in North West part of BiH</b>	
Ivan Pervan, Tomislav Dumić, Nera Fabijanić, Krunoslav Pintur .....	389
<b>Morfološke osobine šljuke bene (<i>Scolopax rusticola</i> L.) sa područja Dalmatinske Zagore    Morphological characteristics of Eurasian woodcock (<i>Scolopax rusticola</i> L.) from the area of the Dalmatian hinterland</b>	

Kristijan Pavković, Krunoslav Pintur, Tomislav Dumić.....	394
<b>Analiza gospodarenja divljom svinjom (<i>Sus scrofa</i> L.) na području "Pokupskog bazena" u razdoblju od 2009.-2014. godine</b>	
<b>Analysis of Wild Boar Management (<i>Sus scrofa</i> L.) in "Pokupski Bazen" area in the period 2009-2014</b>	
Saša Prđun, Benjamin Sakač, Lidija Svečnjak, Dragan Bubalo, Mauro Damić.....	400
<b>Procjena kapaciteta kestenove paše u lovištu III/29 Prolom</b>	
<b>Estimation of the capacity of chestnut honey bee forage on the hunting ground III / 29 Prolom</b>	
Ana Rončević, Lidija Svečnjak, Dragan Bubalo, Saša Prđun .....	405
<b>Fizikalno-kemijska svojstva meda s područja Dalmacije</b>	
<b>Physico-chemical properties of honey from Dalmatia region</b>	
Rigerta Sadikaj, Dritan Arapi, Edlira Baraj, Enton Spaho.....	410
<b>The effects of the usage of mechanical equipments of feeding above the scale of its consumption and above the indicators of the growth of the trout <i>Oncorhynchus mykiss</i> in the intensive cultivation plants</b>	
Darko Uher, Šimun Špoljarić, Kristijan Puškarić, Tomislav Ivanušić, Krešimir Krapinec.....	414
<b>Prinosi remiza za krupnu divljač u brdskom području panonskog dijela Hrvatske</b>	
<b>Big game arable remises yields on hilly sites of Pannonian part of Croatia</b>	

## 07 | Stočarstvo / Animal Husbandry

Zvonko Antunović, Josip Novoselec, Željka Klir.....	421
<b>Proizvodni potencijal izvornih pasmina koza u Republici Hrvatskoj</b>	
<b>Production potential of native breeds of goats in the Republic of Croatia</b>	
Tina Bobić, Pero Mijić, Maja Gregić, Mirjana Baban, Vesna Gantner .....	425
<b>Promjene na tkivu vimena krava uzrokovane strojnom mužnjom</b>	
<b>The changes of the udder tissue in dairy cows caused by machine milking</b>	
Valentino Držaić, Ante Kasap, Ivan Širić, Boro Mioč .....	431
<b>Proizvodnja i postupci s vunom na području Republike Hrvatske</b>	
<b>Production and procedures with wool in the Republic of Croatia</b>	
Zrinko Dujmović, Dubravko Škorput, Danijel Karolyi, Sven Menčik, Zoran Luković.....	436
<b>Utjecaj veličine legla na porodnu masu prasadi</b>	
<b>Effect of litter size on piglets birth weight</b>	
Gregić Maja, Baban Mirjana, Bobić Tina, Štrbac Ljuba, Janković Katarina, Gantner Vesna.....	440
<b>Sportski potencijal hrvatskih uzgojnih tipova konja</b>	
<b>Sports potential of Croatian breeding types of horses</b>	
Kristina Gvozdanić, Vladimir Margeta, Goran Kušec, Ivona Djurkin Kušec, Snježana Džijan, Krešimir Salajpal, Polona Margeta .....	445
<b>Autentifikacija mesa crne slavonske svinje analizom DNK</b>	
<b>Authentication of Black Slavonian pig breed by DNA analysis</b>	
Ante Kasap, Valentino Držaić, Ivan Širić, Šimun Aščić, Boro Mioč .....	450
<b>Boja i pH vrijednost mesa janjadi travničke pramenke</b>	
<b>Colour and pH value of lamb meat of Travnik sheep breed</b>	

Željka Klir, Josip Novoselec, Mario Ronta, Zvonko Antunović.....	454
<b>Fenotipske odlike jaradi alpina pasmine u poluintenzivnom sustavu</b> <b>Phenotypic traits of alpine goat kids in a semi-intensive system</b>	
Miljenko Konjačić, Antonio Kuzmić, Ivan Baričević, Nikolina Kelava Ugarković, Krešimir Salajpal, Antun Kostelić, Ante Ivanković, Jelena Ramljak .....	459
<b>Odlike uzgoja teladi na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima Koprivničko-križevačke županije</b> <b>Characteristics of calves rearing in family farms of Koprivnica-Križevci County</b>	
Zlata Kralik, Gordana Kralik, Manuela Grčević, Ana Zelić, Emilija Cimerman.....	464
<b>Povećanje sadržaja omega-3 masnih kiselina u mesu brojlera</b> <b>Increase of the omega-3 fatty acid content in broiler meat</b>	
Andrea Natali Rončević, Zvonko Antunović, Dejan Kožarić, Željka Klir, Mario Ronta, Josip Novoselec .....	469
<b>Fenotipske odlike krčke ovce</b> <b>Phenotypic characteristic of Krk sheep</b>	
Ana Zgomba Maksimovic, Ana Posta, Mirna Mrkonjic Fuka .....	474
<b>Selection of Enterococcus and Lactobacillus strains from dry sausages for their potential use as probiotics</b>	

## 08

### Voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo / Pomology, Viticulture and Enology

Kristina Batelja Lodeta, Marko Budimir, Duje Grubišić, Lovorka Vujić, Jelena Gadže, Anita Bošnjak Mihovilović, Ivanka Habuš Jerčić, Đani Benčić, Snježana Kereša .....	481
<b>Klijanje peluda lunjskih maslina u <i>in vitro</i> uvjetima</b> <b>Pollen germination <i>in vitro</i> of Lun olives</b>	
Nadica Dobričević, Sandra Voća, Jana Šic Žlabur, Ante Galić, Stjepan Pliestić, Iva Jagatić.....	486
<b>Sadržaj β-karotena u svježim i prerađenim plodovima gojia (<i>Lycium barbarum</i>)</b> <b>β-carotene content in fresh and processed goji berries (<i>Lycium barbarum</i>)</b>	
Corina Gavat, Liana Melania Dumitru, Vlăduț Alexandru Opreță .....	490
<b>Ornamental dwarf peach cultivars from Research Station for Fruit Growing Constanta, Romania</b>	
Marin Krapac, Lucija Zović, Anja Novoselić, Đani Benčić, Karolina Brkić Bubola.....	494
<b>Utjecaj navodnjavanja na dozrijevanje plodova i udio ulja u plodu masline</b> <b>Influence of the irrigation on the fruit ripening and olive oil content in the olive fruit</b>	
Tajana Krička, Nikola Bilandžija, Alan Antonović, Vanja Jurišić, Ana Matin, Neven Voća, Mateja Grubor .....	499
<b>Energetska svojstva orezane biomase važnijih voćarskih kultura u kontinentalnoj Hrvatskoj</b> <b>Energy properties of major fruit crops pruned biomass from continental Croatia</b>	
Valerija Majetić Germek, Urška Kosić, Toni Biskupović, Luka Poturiček, Olivera Koprivnjak.....	504
<b>Utjecaj pomoćnih tvari na učinkovitost procesa proizvodnje i orto-difenole djevičanskih maslinovih ulja autohtonih sorti</b> <b>Influence of processing aids on indicators of the oil production effectiveness and o-diphenols of autochthonous virgin olive oils</b>	
Šime Marčelić, Kristijan Franin, Branka Perinčić, Tomislav Kos, Andrija Finka, Matija Ricov, Đani Benčić .....	509
<b>Morfološki sterilitet udomaćenih sorti masline otoka Ugljana</b> <b>Morphological Sterility of Domestic Olive Varieties of the Island of Ugljan</b>	

Moale Cristina, Septar Leinar.....	514
<b>The Resistance of Almond Cultivars on Frosts and Diseases in South-Eastern Romania</b>	
Ana Mucalo, Goran Zdunić, Irena Budić Leto, Edi Maletić.....	519
<b>Polifenolni potencijal i CIELab profil 'Babić' (<i>Vitis vinifera</i> L.) u uvjetima mediteranske klime tijekom zrenja</b>	
<b>Polyphenolic potential and CIELab profile 'Babić' (<i>Vitis vinifera</i> L.) under Mediterranean conditions during ripening</b>	
Oprita Vladut-Alexandru and Gavat Corina .....	526
<b>Evaluation of some apricot selections obtained in Romania</b>	
Aleksandar Stanisavljević, Ivna Štolfa, Brigita Popović, Dejan Bošnjak, Toni Kujundžić, Branka Viljanac, Tihana Teklić .....	530
<b>Aklimatizacija biljaka malina iz TIB sustava inokuliranih s <i>Bradyrhizobium</i> sp. i rizobakterijama promotorima biljnog rasta (PGPR)</b>	
<b>Acclimatization of raspberry plants from TIB system inoculated with <i>Bradyrhizobium</i> sp. and plant growth promoting bacteria (PGPR)</b>	
Neven Voća, Tajana Krička, Anamarija Peter, Matea Grubor, Ana Matin, Vanja Jurišić.....	535
<b>Energetska iskoristivost kore i sjemenke nara</b>	
<b>Energy properties of pomegranate (<i>Punica granatum</i> L.) peel and seeds</b>	
Sandra Voća, Nadica Dobričević, Jana Šic Žlabur, Stjepan Pliestić, Iva Jagatić, Ante Galić .....	540
<b>Nutritivni sastav svježih plodova, soka i pulpe gojia (<i>Lycium barbarum</i>)</b>	
<b>Nutritional composition in fresh goji berries, goji juice and fruit pulp (<i>Lycium barbarum</i>)</b>	





**Plenarna izlaganja**

**00**

**Plenary lectures**





## Natural hormones in cow milk and their influence on human health

Nina Čebulj-Kadunc

*Veterinary Faculty, University of Ljubljana, Gerbičeva 60, Ljubljana, Slovenia  
(nina.cebuj.kadunc@vf.uni-lj.si)*

### Abstract

The biological role of milk is to provide the new-borns with nutrients and energy. It is a mixture of components essential for growth, development and protection of the neonate, including various hormones in low amounts. The presence of hormones in milk and dairy products has raised great concern and scepticism about the health consequences on consumers of milk and dairy products. Results of extensive research indicate that these hormones have a low bioavailability and little physiological effect in humans as they are metabolized in the body. Scientific evidence fails to demonstrate that the presence of hormones in cow's milk is a health concern. The aim of this review is to present the latest scientific findings about the safety of milk and dairy products for human health, emphasizing the role of hormones in milk.

**Key words:** *hormones, milk, human health*

### Introduction:

Milk is composed by a mixture of components with a wide range of chemical, physical and physiological activity. The biological role of milk is to provide a new-born mammal with nutrients covering its demands for energy, proteins, lipids and essential nutrients like vitamins and minerals. In addition, several factors needed for growth, development and protection of the neonate are present in milk. The protective role of milk is achieved through specific antibodies such as IgA, IgG and IgM as well as through nonspecific factors such as lactoferrin, lysozymes, enzymes and hormones. Bioactive factors modulating metabolic processes are also confirmed in milk, with the highest appearance in the milk of the first few days after the birth, the colostrum (Schams and Karg, 1986; Schweigert, 2001).

Bovine milk and colostrum also contain a large number of steroid and protein (peptide) hormones in low amounts. The main categories to which these molecules belong are gonadal (oestrogens, gestagens, androgens), adrenal (glucocorticoids), pituitary (prolactin, growth hormone) and hypothalamic hormones (GRH, LH-RH, TRH), insulin-like growth factor-I (IGF-I) and others (Schams and Karg, 1986; Schweigert, 2001; Jouan et al., 2006).

Hormones determined in milk originate from the blood flow and are secreted in milk through an active transport within the mammary gland. Some of them can also be synthesized by the mammary gland. Milk hormones may be involved in the regulation of specific functions of the mammary gland. Many of them can also be absorbed in the gastrointestinal tract due to a low proteolytic activity and a high intestinal membrane permeability of the neonates. These hormones presumably express their biological activity in the distant sites of the neonate's body. Some hormones found in milk could also regulate, at least temporarily, the activity of some endocrine glands until the new-born's hormonal system reaches maturity (Schams and Karg, 1986; Schweigert 2001; Jouan et al. 2006).

As the hormone concentrations in milk reflect the ones in blood plasma, they are a suitable estimate of the plasma hormone content. Therefore, evaluation of progesterone and oestrogen release in milk during the oestrous cycle serves as a diagnostic tool in fertility control of domestic animals. Exogenously administered hormones can also be excreted in

milk, but the residue studies indicate that there is no potential risk for the consumer due to their great dilution (Schams and Karg, 1986; Vicini et al., 2008).

Cow milk and dairy products are essential elements of human diet in the Western culture. The detection of hormones in dairy products that have the potential to disrupt the physiological function of endocrine systems has raised great concern worldwide (Malekinejad et al., 2015; Kongerslev Thorning et al., 2016). Several media stories and organisations claim that dairy increases risk of chronic diseases like obesity, type 2 diabetes, cardiovascular disease, osteoporosis and cancer. Based on this, the scepticism or even fear about the health consequences of eating dairy products among the consumers is growing (Malekinejad et al., 2015; Kongerslev Thorning et al., 2016). Considering this, it is of great importance to understand the effects of milk and dairy products in the diet on the health of consumers. Therefore, the aim of this review is to present the latest scientific findings about the safety of milk and dairy products for human health, emphasizing the role of hormones present in milk which could possess a biological effect on milk consumers.

### **Oestrogen hormones**

Biologically most important oestrogen hormones are  $17\beta$ -oestradiol, oestrone and  $17\alpha$ -oestradiol, synthesised in granulosa cells of ovary follicle, placenta, adrenal cortex and Sertoli cells of the testes. Oestrogens play a critical role in most metabolic, behavioural and morphological requirements, which are essential in reproduction of the females but also govern important body functions including metabolic reactions in males. After the inactivation in liver, the metabolites of the oestrogens are excreted from the body mostly through bile and urine (Döcke, 1994).

Presence of steroid hormones was also confirmed in milk, since they can pass the blood-milk barrier but can also be produced in the mammary gland tissue (Schams and Karg, 1986). The concentrations of oestrogen hormones in milk are similar to those found in plasma. They fluctuate during the oestrous cycle and increase during the pregnancy progression to peak during the third trimester of pregnancy. Additionally, the oestrogen levels in cow's milk vary according to the level of fat and the physiological status of the cow (Döcke, 1994; Schams and Karg, 1986; Pape-Zambito et al., 2007).

Although the concentration of oestrogens in cow's milk varies, it is extremely low relative to the endogenous production of oestrogens in humans and, is therefore of little physiological significance or unlikely to pose a health risk (Malekinejad et al., 2015; Pape-Zambito, 2007; Pape-Zambito et al., 2010). For example, analyses of oestrogen levels in commercial milk products found that mean levels of  $17\beta$ -oestradiol in one cup of cow's milk range from 0.1 (skim milk) to 0.3 (whole milk) ng/serving; levels of oestrone, which is less biologically potent than  $17\beta$ -oestradiol range from 0.7 (skim milk) to 1.9 (whole milk) ng/serving. It is stated that premenopausal women daily produce 35000 times much  $17\beta$ -oestradiol and 163000 times much oestrone as would be consumed in 1 serving of milk (Pape-Zambito et al., 2010). Additionally, orally ingested oestrogens are metabolized in the body and are therefore of low bioavailability, which supports their lack of a significant effect on human physiology (Ansbacher, 2001).

Because oestrogens are fat-soluble, it is not surprising that their concentrations are higher in whole milk than in lower fat or fat-free milks. Processing (pasteurization-homogenization) of milk has little effect on its concentration of oestrogens. (Malekinejad et al., 2015; Pape-Zambito et al., 2007; Pape-Zambito et al., 2010). Also, there are no substantial differences in estrogen levels between conventional and organic milks (Pape-Zambito et al., 2010). The results of recent study also indicate that oestrogens in milk are stable and that milk

processing (heating and souring) does not influence their degradation. Therefore, oestrogen concentrations are expected to be similar between commercial full-fat milk and the raw milk from which commercial milk was produced (Snoj et al., 2017).

Due to the proven presence of oestrogen hormones in the cows' milk, it was suggested that its consumption may contribute to the risk of cancer at hormone-responsive sites, such as the breast, ovaries, endometrium and prostate. However, these tissues possess complex mechanisms to regulate oestrogen levels and to inactivate unwanted hormones, and available epidemiological evidence does not suggest an association between dairy product consumption and risk of cancer of the breast, ovaries and endometrium (Parodi, 2012).

Biological testing in rats (Furnari et al., 2012) has also proven that none of commercial milk types tested contained biologically significant oestrogenic activity. The results of a study (Grgurevič et al., 2016) recently performed in mice of both sexes suggest that oestrogens in milk, even when derived from cows in the third trimester of pregnancy, do not pose a risk to reproductive health; even oestrogens at concentrations 100 times higher than usually found in native milk did not cause any physiological effects.

### **Gestagene hormones**

Progesterone and 20-dihydroprogesterone, the main gestagene hormones, are largely produced in ovaries and placenta, playing a central role in female reproduction processes from ovulation to the maintenance of the pregnancy, development of mammary glands and behaviour (Döcke, 1994; Jouan et al., 2006; Malekinejad et al., 2015). Progesterone is present in milk of mammals including cows (Schams and Karg, 1986; Malekinejad et al., 2015) and measurement of progesterone fluctuations in milk is used as a successful diagnostic tool for pregnancy confirmation (Rioux and Rajotte, 2004). Studies of absorption and metabolism of progesterone demonstrated its rise in human blood after oral administration and postulated that this increase could exert progestational response in target tissues (Padwick et al., 1986), but other studies confirmed that bioavailability of progesterone after oral administration is less than 10%, so any biological effects are unlikely (Maxson and Hargrove, 1985).

### **Prolactin**

Prolactin is a polypeptide hormone, mainly released from the anterior pituitary gland in response to milking stimuli and suckling. It is found in milk of several species including cows, sheep, goats, sows, rats, and humans, with the highest concentrations reached during the first days after parturition (Jouan et al., 2006; Schams and Karg, 1986). The main physiological role of prolactin is stimulation of milk synthesis, but it also plays important roles in the regulation of ovarian and testicular functions, as well as reproductive and parental behaviours. The roles of prolactin in angiogenesis, homeostasis of the immune system and osmoregulation are also confirmed (Freeman et al., 2000). The prolactin in consumed milk is hydrolysed to its constituent amino acids before absorption (Schams and Karg, 1986). Therefore, it is believed at least for adults, that prolactin in consumed milk does not have any biological influence on the consumers.

### **Insulin-like Growth Factor-I (IGF-I)**

IGF-1 is a polypeptide hormone mainly produced by liver and mammary gland, but also by several other tissues (Jones et al., 2011; Malekinejad et al., 2015). Its production and secretion are controlled by growth hormone (somatotropin). The IGF-I values exceeding the ones in blood are determined in colostrum but decline below blood levels after parturition

(Ontsouka et al., 2003). IGF-I plays a central role, similar to insulin, in cellular glucose metabolism, amino acid uptake, glycogen synthesis, lipogenesis, and mitogenesis. The anabolic signals of IGF-I can promote tumour development by antiapoptotic effect and stimulation of cell proliferation (Ranke, 2005). According to the epidemiological evidence, it is hypothesised that the risk of the colon, pancreas, endometrium, breast and prostate tumours are associated with high level of IGF-I, insulin, or both (Chaves and Saif, 2011).

As milk IGF-I is not destroyed by milk processing especially pasteurisation, it will be present in shelf milk, but studies providing physiological to pharmacological amounts of dietary IGF-I have demonstrated that negligible amounts are absorbed in the intestines as intact proteins. Like all other dietary proteins, IGF-I is broken down by enzymes in the digestive tract prior to absorption and therefore has no biological activity. On the other hand, beneficial effects of the colostrum and milk IGF-I in neonates indicate high absorption and less degradation of milk IGF-I in this age category (Corpeleijn et al., 2008).

### **Recombinant Bovine Somatotropin**

Somatotropin (also growth hormone) is a naturally occurring protein hormone that regulates growth and lactation and is produced by the pituitary gland in both man and animals. Bovine somatotropin (bST) is naturally present in trace amounts in milk (i.e., 1 to 10 ng per ml) (Blayney, 1994; Juskevich and Guyer, 1990; Doughaday and Barbano, 1990; Etherton et al., 2003).

In 1993, the FDA approved the use of the synthetic hormone, recombinant bovine somatotropin (rbST) in lactating cows to increase milk yield, achieve improvements in the milk-to-feed ratio, and to reduced feedstuff and water use, cropland area, nitrogen and phosphorus excretion, greenhouse gas emissions, and fossil fuel use (Etherton et al., 2003). Before its approval, several questions regarding the safety of rbST, in particular its effects on human health and nutritionally status, were critically examined. These related to the presence of rbST residues in milk and the effect of rbST on milk's nutrient composition. (Blayney, 1994; Juskevich and Guyer, 1990; Doughaday and Barbano, 1990; Etherton et al., 2003).

Independent studies of rbST carried out in the USA by the FDA, state agricultural departments, some pharmaceutical companies, and scientists found that milk from cows supplemented with rbST contained no more bST than other milks. According to scientific experts, the consumption of rbST in milk does not have any physiological effect on humans. First of all, rbST is species-specific, which means that bST is not biologically active in humans, even if injected. Also, pasteurization destroys 90% of bST in milk. Furthermore, any trace amounts of bST ingested in milk are broken down into inactive fragments (i.e., constituent amino acids) by enzymes in the gastrointestinal tract, just like any other protein (Blayney, 1994; Vicini et al., 2008; Juskevich and Guyer, 1990; Doughaday and Barbano, 1990; Etherton et al., 2003).

### **Intake of milk and dairy products and human health**

The scientific evidence mainly from meta-analyses of observational studies and randomised controlled trials, on dairy intake and risk of obesity, type 2 diabetes, cardiovascular disease, osteoporosis, cancer, and all-cause mortality was reviewed critically by Kongerslev Thorning and co-workers (2016). The authors conclude that consumption of dairy products is associated with an overall reduced risk of cardiometabolic diseases and some cancers, whereas only very few adverse effects have been reported. A general recommendation to reduce the intake of dairy products in individuals who actually tolerate them may be

counterproductive. However, more emphasis should be taken on the plant-based foods which replace milk and dairy products in diet, as final assessment of the health value of plant-based drinks compared to cow's milk needs more studies (Kongerslev Thorning et al., 2016).

## Conclusions

Dairy milk contains minimal amounts of naturally hormones. Results of extensive research indicate that these hormones have a low bioavailability and little physiological effect in humans as they are degraded by intestinal enzymes before absorption or are metabolized in the body. Therefore, scientific evidence fails to demonstrate that the presence of hormones in cow's milk is a health concern. As most of the conducted analyses are based on observational data, residual confounding cannot be ruled out, and it is also possible that milk and dairy intake in these studies could be just a marker of diets of higher nutritional quality.

## References

- Ansbacher R. (2001). The pharmacokinetics and efficacy of different estrogens are not equivalent. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 184 (3): 255-265.
- Blayney D.P. (1994). Milk and biotechnology: maintaining safe, adequate milk supplies. *Food Review* 17 (2): 27-31.
- Chaves J., Saif M.W. (2011). IGF system in cancer: from bench to clinic. *Anticancer Drugs*. 22 (3): 206-212.
- Corpeleijn W.E., van Vliet I., de Gast-Bakker D.A. H., van der Schoor S.R., Alles M.S, Hoijer M., Tibboel D., van Goudoever J.B. (2008). Effect of enteral IGF-1 supplementation on feeding tolerance, growth, and gut permeability in enterally fed premature neonates. *Journal of Pediatric Gastrology and Nutrition*. 46 (2):184-190.
- Doughaday, W.H., Barbano D.M. (1990). Bovine somatotropin supplementation of dairy cows. Is the milk safe? *Journal of American Medical Association* 264 (8): 1003-1005.
- Döcke F. (1994). Keimdrüsen. In: *Veterinärmedizinische Endokrinologie*, Döcke F. (ed.), 399-508. Jena, Germany: Gustav Fischer.
- Etherton, T.D., Bauman D.E., Beattie C.W., et al. (2003) *Biotechnology in Animal Agriculture: An Overview*. Council for Agricultural Science and Technology. Vol. (23): 12 pages.
- Freeman ME, Kanyicska B, Lerant A, Nagy G (2000). Prolactin: structure, function, and regulation of secretion. *Physiology Review*. 80 (80):1523-1631.
- Furnari C., Gyawali S., Maroun D., Snyder B.W., Davis A.M. (2012). Lack of biologically active estrogens in commercial cow milk. *Journal of Dairy Science*. 95 (1): 9-14.
- Grgurevič N., Koracin J., Majdic G., Snoj T. (2016). Effect of dietary estrogens from bovine milk on blood hormone levels and reproductive organs in mice. *Journal of Dairy Science*. 99 (8): 6005–6013.
- Jones L.P., Stefansson S., Kim M.S., Ahn S.N. (2011). Comparison of Radioimmuno and carbon nano-tube field-effect transistor assays for measuring Insulin-Like Growth Factor-1 in a preclinical model of human breast cancer. *Journal of Nanobiotechnology*. 9 (1): 36.
- Jouan P.N., Pouliot Y., Gauthier S.F., Laforest J.P. (2006). Hormones in bovine milk and milk products: A survey. *International Dairy Journal* 16 (11): 1409-1415.
- Juskevich J.C., Guyer C.G. (1990). Bovine growth hormone: human food safety evaluation. *Science*. 249 (4971): 875-884.
- Kongerslev Thorning T., Raben A., Tholstrup T., Soedamah-Muthu S.S., Ian Givens Astrup A. (2016). Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. *Food & Nutrition Research*. 60: 32527.
- Malekinejad H., Rezabakhsh A. (2015). Hormones in dairy foods and their impact on public health - a narrative review article. *Iranian Journal of Public Health*. 44 (6): 742-758.
- Maxson W.S., Hargrove J.T. (1985). Bioavailability of oral micronized progesterone. *Fertility and Sterility*. 44 (5): 622-626.
- Ontsouka C.E., Bruckmaier R.M., Blum J.W. (2003). Fractionized milk composition during removal of colostrum and mature milk. *Journal of Dairy Science*. 86 (6):.2005-2011.

- Padwick M.L., Endacott J., Matson C., Whitehead M.I. (1986). Absorption and metabolism of oral progesterone when administered twice daily. *Fertility and Sterility*. 46 (3): 402-407.
- Pape-Zambito D.A., Magliaro A.L., Kensinger R.S. (2007). Concentrations of 17 $\beta$ -estradiol in Holstein whole milk. *Journal of Dairy Science*. 90 (7): 3308-3313.
- Pape Zambito D.A., Roberts R.F., Kensinger R.S. (2010). Estrone and 17 $\beta$ -estradiol concentrations in pasteurized-homogenized milk and commercial dairy products. *Journal of Dairy Science*. 93 (6): 2533-2540.
- Schams D., Karg H. (1986). Hormones in milk. *Annals New York Academy of Science*. 464: 75–86.
- Parodi P.W. (2012). Impact of cows' milk estrogen on cancer risk. *International Dairy Journal*. 22 (1): 3-14.
- Ranke M.B. (2005). Insulin-like growth factor-I treatment of growth disorders, diabetes mellitus and insulin resistance. *Trends in Endocrinology and Metabolism*. 16 (4): 190-197.
- Rioux P, Rajotte D. (2004). Progesterone in milk: a simple experiment illustrating the estrous cycle and enzyme immunoassay. *Advances in Physiology Education*. 28 (1-4): 64-67.
- Schweigert F.J. (2001). Milk more than a nutrient: Hormones, growth factors, and bioactive factors. *Pferdeheilkunde* 17 (6): 666–668.
- Snoj T., Zuzek M.C., Cebulj-Kadunc N., Majdic G. (2017). Heat treatment and souring do not affect milk estrone and 17 $\beta$ -estradiol concentrations. *Journal of Dairy Science*, In press.
- Vicini J., Etherton T., Kris-Etherton P., Ballam J., Denham S., Staub R., Goldstein D., Cady R., McGrath R., Lucy M. (2008). Survey of retail milk composition as affected by label claims regarding farm-management practices. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 108 (7): 1198-1203.

## Maize and climate change – coping with multiple stress

Domagoj Šimić

*Agricultural Institute Osijek, Južno predgrađe 17, Osijek, Croatia (domagoj.simic@poljinos.hr)*

### Summary

The project entitled “Genetics and physiology of multiple stress tolerance in maize” funded by Croatian Science Foundation is based upon a series of false dichotomies. The main goal of this project was to elucidate and integrate common genetic and physiological mechanisms underlying the multiple-stress tolerance in maize in two contrasting geographic regions of Croatia and Turkey in the context of climate change. Chlorophyll fluorescence parameters and other stress indicators were investigated in four-year field and pot experiments. Results of phenotyping/genotyping of two maize populations for traits related to abiotic/biotic stresses evaluated in field/pot experiments in Croatia/Turkey are discussed within the framework of DNA marker-assisted selection and/or genomic selection.

**Key words:** *maize, climate change, multiple stress, genetics, physiology*

### Introduction

In agronomy and plant biology, it is often difficult to discern global climate signal from the noise of short-term variations (weather). Crop responses to different stresses affected by climate change and/or weather are highly complex and involve changes at the genetic and/or physiological levels by avoiding and/or coping with stress. The strategy of avoiding is commonly applied in agronomy where stress can be circumvented by agricultural practice. For example, cultivars could be planted considerably earlier in order to avoid assumed adverse weather conditions during most sensitive phenological phase of the plant species. Moreover, shifting plant phenology in response to global climate change in nature was observed and investigated (Cleland et al., 2007) indicating existence of biological mechanisms to circumvent adverse weather conditions. Traditionally, plant breeders deal with the short-term weather variations indirectly by analyzing genotype by environment (G×E) interactions assuming that growing conditions are affected by random weather fluctuations in the environments where optimum agricultural practice was applied. However, in some less-developed regions including South East Europe, there are inadequate (suboptimum) cultural practice and crop management due to economic reasons (Zorić et al., 2017) resulting in complex and mostly unknown multiple stress growing conditions in field environments.

Investigating simultaneous genotype × environment × management (G×E×M) interactions was proposed (Messina et al., 2009) to overcome traditional crop improvement approach seeking firstly genotypes adapted broadly under a standard management regime, and then manipulation of management regionally in response to average local environmental conditions. Traditional discipline-centered approach dealt with separate components of G×E×M, usually as G×E by breeders and E×M by agronomists should be integrated in order to search the full spectrum of G×E×M combinations forming the adaptation landscape. Moreover, the G×E×M framework enables integration of genotypic information in the range of stress environment types that characterize target production regions also in the context of climate change. The estimated phenotypic value of traits and relations to trait genetic architecture may be used to conduct studies on trait physiology, phenotyping, and genomic prediction/selection on how to cope with predefined multiple stress.



The project entitled “Genetics and physiology of multiple stress tolerance in maize” funded by Croatian Science Foundation (HRZZ) aims to elucidate and integrate common genetic and physiological mechanisms underlying the multiple-stress tolerance in maize in two contrasting geographic regions of Croatia and Turkey. The specific goals were to detect genetic and physiological factors responsible for plant response to drought/heat, *Diabrotica/Fusarium* as well as cadmium absence/excess in soil in testcrosses of two maize populations (reference IBM population and a doubled haploid population) and their respective parents. Results of phenotyping/genotyping of two maize populations for traits related to abiotic/biotic stresses evaluated in field/pot experiments in Croatia/Turkey are discussed involving DNA marker-assisted selection and/or genomic selection.

Drought is the second most important cause of yield loss for maize after low soil fertility. It was estimated that drought affected 20-25% of the global maize area each year. Maize is quite drought susceptible compared to other cereals with the exception of rice; this has considerable consequences as most of the maize producing areas are under rainfed conditions (Bänziger and Araus 2007). In the future, up to 10 million tons of maize may be lost in the developing world each year as temperatures increase and precipitation patterns change due to the anthropogenic emission of greenhouse gases. This yield loss could eventually affect 140 million people. With the unpredictability of drought, geographical and seasonal, including ongoing climate changes, the destructive impact of drought is likely to further increase (Bänziger and Araus, 2007). Therefore, maize improvement for limited-water condition is a priority for maize breeding programs worldwide. Maize breeders at the Agricultural Institute Osijek regularly monitor and examine drought response of maize testcrosses and hybrids in current commercial breeding programs conducted in Croatia mostly via traditional analysis of GxE interaction.

At the physiological level, it is well known that drought stress encourage overproduction of high reactive and toxic oxygen species (ROS), and consequently activation of antioxidative responses that help to cope with the stress. The major ROS scavenging enzymatic antioxidants are superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX), guaiacol peroxidase (GPOD) and some other enzymes (Gill and Tuteja, 2010). Increasing drought stress caused a progressive reduction in relative water content (RWC) and chlorophyll content, while proline content, lipid peroxidation level and activity of SOD increased. In maize, some genotypes showed higher RWC and SOD activity as well as lower lipid peroxidation level in comparison with other, enabling selection for drought stress. Drought stress affects more severely shoot than the root growth and development. However, it was shown in maize that water deficit induces reduction of the final cell length and segmental growth rates in the basal region of the elongation zone of the root. Reduction is associated with up regulation of cinnamoyl-CoA reductase gene transcription levels involved in lignin biosynthetic pathway. As a result of increased lignin deposition, the cell wall expansion is reduced. We assumed that results of our investigations of photosynthetic processes (chlorophyll *a* fluorescence, chlorophyll and carotenoid concentrations), stress parameters (RWC, lipid peroxidation level, carbonyl content), antioxidative responses (activity of APX, CAT, GPX, SOD) and root lignification amount could be used as potential biochemical targets for development stress tolerant maize cultivars. These investigations were carried out at the Department of Biology, University of J.J. Strossmayer, Osijek, and some results are presented at this symposium (Antunović Dunić et al., 2018; Begović et al., 2018; Mlinarić et al., 2018).

However, Lobell et al., (2013) demonstrated that extreme heat as a stressor had more critical role for maize production than drought in the US corroborating previous statistical studies of rainfed maize yields showing a strong negative yield response to accumulation of extreme

temperatures ( $>30^{\circ}\text{C}$ ) and relative weak response to seasonal rainfall. The predominant effect of extreme degree days (EDD) is associated with increased vapour pressure deficit (VPD) as a function of temperature and relative humidity which substantially contributes to water stress. Recently, VPD was used in genetic studies in maize by Millet et al., (2016) and Galić (2018) within this HRZZ project.

Beside European Corn Borer (*Ostrinia nubilalis* L.), two most prominent biotic stressors in maize are Diabrotica and Fusarium which are interrelated with abiotic stressors. The western corn rootworm - *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte is one of the major pests of maize in Europe and in the USA. Once detected, it is very difficult to eradicate as well as to manage. The insect has shown an ability to evolve resistance to several control measures, including insecticides and cultural practices e.g. lack of rotation (continuous maize growing - monoculture). Therefore, efforts for identifying sources of resistance to corn rootworm within maize cultivars are crucial (Ivezić et al. 2009). In 2003, the European Commission made decisions on certain measures aimed at slowing the spread of Diabrotica in Europe but research on the development of plant-resistance mechanisms against Diabrotica is just beginning. Recently, several biotech companies have developed transgenic (genetically modified) maize cultivars by transferring insecticidal protein gene(s) from bacterium *Bacillus thuringiensis*, Berliner (Bt) into maize ('Bt maize'), as an alternative to chemical control and crop rotation for Diabrotica control. The development of maize hybrids with native resistance to Diabrotica would be an environmentally friendly and a sustainable Diabrotica management tool. Maize breeder team at the Agricultural Institute Osijek examines Diabrotica native tolerance more than a decade as part of research programs, as well as in current commercial breeding programs conducted in Croatia (Brkić et al., 2017).

Species of the genus Fusarium are the most prevalent ear rotting pathogens of maize in Croatia. Climate change resulting in higher temperatures and less rainfall, largely favor the development of *F. verticillioides*. *F. verticillioides* is less pathogenic and higher disease intensity occurs only if the plant has been previously weakened by other biotic or abiotic stress. Infection of maize with *F. verticillioides* can lead to contamination of grain with mycotoxin fumonisin synthesized by fungi during development. In the HRZZ project, we aimed to assess the impact of biotic (*Diabrotica*) and abiotic (drought, highplant density) stress to infection with *F. verticillioides* and fumonisin contamination of grain. Reaction of genotypes was assessed in a natural infection and the artificial infection with *F. verticillioides*. Fumonisin content was determined by the lateral -flow immunoassay (Charm ROSA Fumonisin Quantitative Test). Phytopathologists and breeders at the Agricultural Institute Osijek examine Fusarium species within maize breeding programs more than 30 years. Some Fusarium results from the HRZZ project was presented by Galić et al., (2017).

Another abiotic stressor important for crop production is cadmium (Cd) excess in soil representing a threat on the environment due to its toxicity to plants, animals and humans. In plants, cadmium directly or indirectly inhibits physiological processes such as respiration and photosynthesis. Large number of studies has been done on the effect of Cd on photosynthetic machinery – from isolated thylakoid membranes to hydroponically grown plants but relatively few studies have been done on the influence of Cd on the photosynthetic apparatus in plants grown from seeds on soil polluted with Cd (Baryla et al., 2001), Studies about interaction of Cd excess with other stresses are still lacking. Within the HRZZ project, Franić et al. (2018) examined chlorophyll fluorescence parameters, antioxidant status, pigment contents and dry weight in two maize inbreds and their hybrid grown on soil contaminated with Cd. The study demonstrated capability of chlorophyll fluorescence parameters to timely detect stress in maize plants due to Cd excess.

Analysis of chlorophyll fluorescence parameters is appreciated as widely used method to evaluate the health or integrity of the internal apparatus during the photosynthetic process within a leaf. The parameters are strongly correlated with whole-plant mortality in response to environmental stresses and are reliable indicators of stress. A chlorophyll *a* fluorescence measurement in Photosystem II (PSII) using continuous excitation fluorometer (PEA, Handy PEA, and Pocket PEA) has been developed. One of the most often employed parameters is maximum quantum yield of PSII ( $F_v/F_m$ ), which gives the information about the proportion of the light absorbed by chlorophyll in the PSII that is used in photochemical processes. The most powerful and most comprehensive parameter is performance index ( $PI_{ABS}$ ) taking into account all of the main photochemical processes.  $PI_{ABS}$  appeared to be very suitable and sensitive parameter to investigate plant overall photosynthetic performance under different abiotic and biotic stresses. The fluorescence parameters are being used extensively in stress physiology in a range of plant species under controlled conditions and it is also adaptable to field conditions (Šimić et al., 2014). This is particularly important for crop plants, because stress studies conducted under controlled conditions inadequately reflect natural environmental conditions. Moreover, co-occurrence of several (a)biotic stresses are common in the field environments, but it was rarely addressed by molecular biologists. Additionally, chlorophyll *a* fluorescence measurement is non-destructive and fast. It generates considerable amount of data belonging to high-throughput phenotyping methods.

While many stress responses appear to be specific to different forms of stress, it is clear that some stress responses are general and potentially confer tolerance to multiple types of stress. Quantitative genetic studies have identified genetic correlations among stress-resistance traits, such that selection for resistance to one type of stress has been associated with resistance to another type of stress as a correlated selection response. At the molecular level, certain heat-shock proteins are commonly elicited in response to various stress conditions. To elucidate responses to environmental cues in various crop plants, molecular marker technologies have been successfully used to identify quantitative trait loci (QTLs) associated with both agronomic and physiological traits in the quantitative genetic studies. Although there are many reports about QTLs associated with variable abiotic and biotic stresses in crops, no studies have been published about QTLs or genetic factors in general, for root and leaf traits including fluorescence parameters in plants challenged by multiple stresses. Marker assisted selection uses molecular markers in linkage disequilibrium with QTL. Genomic selection is a new approach for improving quantitative traits in large plant breeding populations that uses whole genome molecular markers (high density markers and high-throughput genotyping) (Jannink et al., 2010). Genomic prediction combines marker data with phenotypic and pedigree data (when available) in an attempt to increase the accuracy of the prediction of breeding and genotypic values. For quantitative traits, selection based on marker effects alone has dramatically changed standard practices used in plant and animal breeding. However, in public plant breeding programs, the benefits of genomic selection had been studied only through computer simulation (Lorenz, 2013). Recently as part of the HRZZ project, Galić (2018) investigated quantitative trait loci and possibilities of genomic selection in maize testcrosses developed at the Agricultural Institute Osijek.

## **Materials and methods**

### **Material development**

Plant material development took place in the nursery of the Agricultural Institute Osijek and in a winter nursery in Chile in 2013 and 2014 to develop testcrosses of the IBM (B73xMo17) population, as well as to induce haploids of the single cross B84xOs6-2 to produce novel doubled haploid B84xOS6-2 populaton. B73 and Mo17 are the best investigated genetic and

genomic resources in maize and there exist publicly available a densely marked, high-resolution genetic map of their biparental population IBM (Intermated B73 and Mo17) This acts as an excellent resource for genetic and physiological studies. The B84xOS6-2 population was previously genotyped and phenotyped in an ionomic study. However, doubled haploid population of the cross B84xOS6-2 is still not examined and can present a good source for genetic analysis of multiple-stress tolerance. In 2014, haploids of B84xOS6-2 population were grown and doubled in Osijek greenhouse and field to produce double haploid (DH) lines. Multiplication of DH lines was done in Chile winter nursery (2014-2015) and top-cross production was carried out in 2015 to make DH lines testcrosses for the trials in 2016 and 2017.

### Field experiments and analyses

Field experiments took place in two very diverse locations: Osijek, Croatia and Altinova, Turkey in all four years 2014-2017. Each year at each location, more than 200 entries of two respective maize populations (IBM population in 2014-2015; B84xOs6-2 doubled haploid population in 2016-2017) were evaluated in four yield-trials varying in respective two stress conditions, In Osijek, two trials was set in plots with maize continuous growing challenged by natural *Diabrotica* infestation . Additional *Fusarium* infestation was carried out in split plots in all four trials, in all four years in Osijek. In Altinova, Turkey (39°11'43.3"N 26°46'34.3"E), Agricultural Institute Osijek runs an experimental breeding station together with Turkish company TAREKS with approximately 4 ha of land where usual irrigation systems are necessary for this arid region. The average precipitation in June and July, the critical months for maize development, is less than 5 mm per month that occur regularly, every year. It disables maize production completely without irrigation. In Altinova, two trials were set under well-watered conditions regulated by optimum irrigation and other two trials under limited watered conditions, regulated by suboptimum irrigation (70% of optimum irrigation) during July. Experts from our Turkish partner TAREKS Company defined irrigation regimes in detail. Agronomic and physiological traits including chlorophyll fluorescence parameters, as well as grain yield and moisture were evaluated *in situ*.

### Pot experiments and analyses

Responses of the six maize genotypes B73, Mo17, B73xMo17, B84, OS6-2, B84xOs-2 were thoroughly investigated in previous pot experiments with increasing levels of cadmium in soil conducted in 2012 and 2013 in Osijek (Franić, PhD Thesis, 2018). The plan for this project was to extend pot experiments to water-limited conditions (drought), involving four treatments (1. no cadmium / well-watered – control; 2. 5 mg Cd/kg of soil applied as CdCl<sub>2</sub> solution / well watered; 3. no cadmium / limited watered; 4. 5 mg Cd/kg of soil applied as CdCl<sub>2</sub> solution / limited watered. This pot scheme was the same for the four-year experiment including genotypes B84, OS6-2 and B84xOs-2 in 2014, 2015; and B73, Mo17a B73xMo17 in 2016, 2017. Physiological studies of multiple-stress in plants grown in pot experiment were carried out in laboratories of Department of Biology, University J.J. Strossmayer, Osijek including analyses of stress parameters (RWC, lipid peroxidation, carbonyl content), antioxidants (APX, CAT, GPX, SOD) and root lignifications. Elemental analysis of concentrations several heavy metals in soil and maize leaf was done at Department of Agroecology, Faculty of Agriculture, University J.J. Strossmayer, Osijek by inductively coupled plasma – optical emission spectrometry.

## DNA analysis

Inbred lines B84, Os6-2, and their B84×Os6-2 F1 hybrid were included in this study as reference samples for parent-of-origin allele assignment and pedigree consistency check as part of genomic selection procedure. More than 200 samples including B84×Os6-2DH lines were sent to TraitGenetics GmbH (Gatersleben, Germany) for DNA extraction and processing on the MaizeSNP50 BeadChip (Illumina, Inc. San Diego, CA, USA) that contains 56,110 SNP (single nucleotide polymorphism) markers (Ganal et al. 2011). Featuring highly polymorphic SNP content and providing uniform genomic coverage, this BeadChip enables the high-throughput interrogation of genetic variation in maize. The BeadChip presents an average of greater than 25 markers per megabase (Mb), providing ample SNP density for robust whole-genome genotyping studies (M. Ganal, personal communication) including genomic selection.

## Results and discussion

Two examples of field results from the HRZZ project “Genetics and physiology of multiple stress tolerance in maize” are presented below to demonstrate differences between the locations in Croatia (Osijek) and Turkey (Altinova) in terms of vapor pressure deficit (VPD) (Table 1); and differences within the Altinova location between the two experiments grown under well-watered and water limited conditions in terms of chlorophyll fluorescence parameters during July 2015 (Figure 1).

Table 1. Weather data for the locations Osijek (OS) i Altinova – Turkey (AL) in three years for July and August. Temperature values were given with  $\pm$  corresponding standard errors. (Source: Galić, 2018).

Year	Loc.	Temperature (°C)		Precipitation (mm)		Rainy days (number)		Vapor pressure deficit - VPD (Pa)	
		July	August	July	Aug.	July	August	July	August
2014	OS	22.3 $\pm$ 2.1	21.1 $\pm$ 2.5	82.6	92.5	15	11	2185 b	1965 b
	AL	26.1 $\pm$ 1.8	26.7 $\pm$ 2.2	0.3	0	1	0	3314 a	3207 a
2015	OS	24.6 $\pm$ 3.2	24.5 $\pm$ 3.6	24.9	38.9	6	7	2945 a	2935 a
	AL	27.1 $\pm$ 1.5	27.9 $\pm$ 1.7	0	9.1	0	2	3497 a	3285 a
2016	OS	23.0 $\pm$ 2.7	21.1 $\pm$ 2.0	114.2	48.7	8	8	2299 b	2027 b
	AL	27.4 $\pm$ 1.3	27.9 $\pm$ 1.9	1	9.7	1	1	3331 a	3101 a
Mean	OS	23.3 $\pm$ 2.6	22.2 $\pm$ 2.7	73.9	60	9.7	8.7	2476 b	2309 b
	AL	26.9 $\pm$ 1.5	27.5 $\pm$ 1.9	0.4	6.3	0.7	1	3380 a	3197 a

Differences for VPD among environments were tested by Tukey HSD test. Different letters indicate significant difference at  $\alpha=0.05$ .

Weather conditions differed substantially between Osijek and Altinova. During the three growing seasons in 2014, 2015, 2016, temperatures were consistently and significantly higher in Altinova than in Osijek. In average, temperatures were higher in Altinova for 3.6 and 5.3 °C in July and August, respectively. As expected, the differences in precipitation were even more obvious. Although not significant different across all years, VPD values varied considerably between Osijek and Altinova, and mean VPD values were significantly higher in Altinova than in Osijek in July and August. Millet et al., (2016) used VPD as an efficient parameter for assessing the genetic variability of maize performance under different heat and drought scenarios which can contribute to reduce the negative effects of climate

change. A final intention of the HRZZ project is to use VPD data together with chlorophyll fluorescence data to detect and to characterize environmental scenarios as well as to assign individual field experiments to scenarios and eventually to implement it in forthcoming QTL analyses.

In the G×E×M framework, the use of chlorophyll fluorescence data seems to be worthwhile: the two experiments grown under well-watered conditions managed by optimum irrigations and water limited regulated by suboptimum irrigation grown in Turkey showed noticeable differences according to the photosynthetic parameters. Values of quantum yields considerably decreased (Tro/ABS, Eto/ABS, Eto/Tro) in water limited environment (Figure 1). Decreases in yields that describe the efficiency of electron transport (Tro/ABS, Eto/ABS) suggest photoinhibitory damage to PSII caused by water deficit, likewise decrease in maximum quantum yield of PSII photochemistry suggests impaired PSII photochemical efficiency. Increased fluorescence at J and I step (Vj and Vi, respectively) suggest accumulation of reduced primary quinone acceptor (QA) and plastoquinone or their inability to transfer electrons to dark reactions supporting the observed decrease in quantum yields. This is also backed by decrease in AREA parameter which is proportional to the pool size of reduced plastoquinone and a reduction in this parameter suggests that electron transfer from reaction centers to quinone pool is blocked.

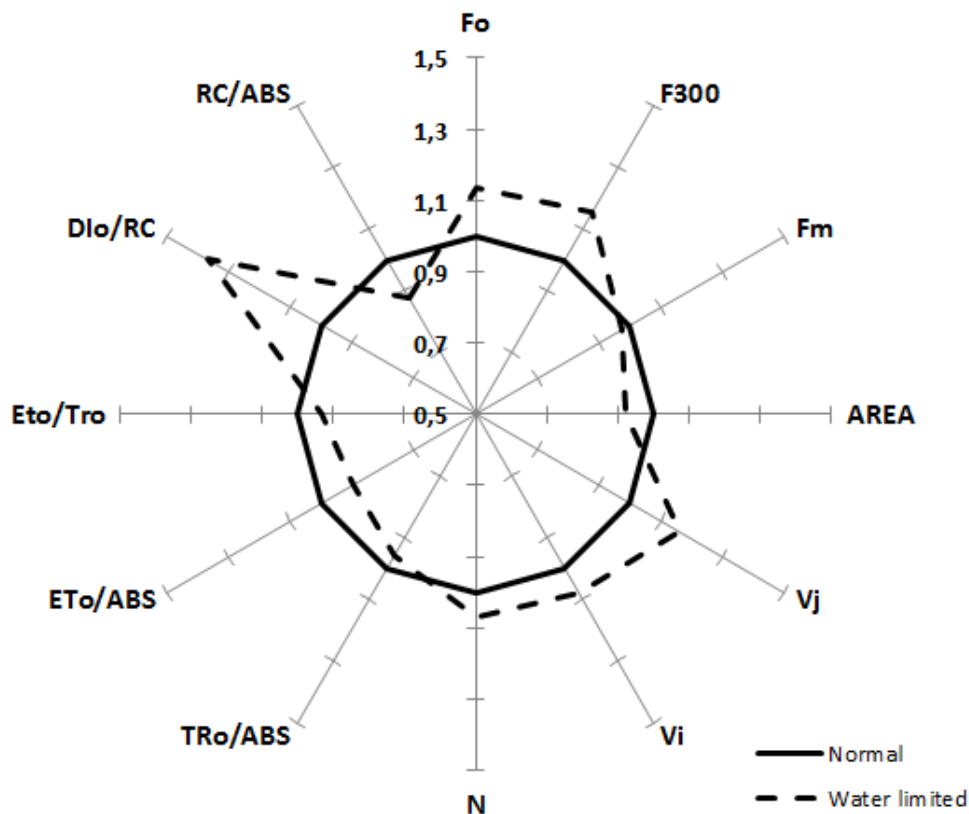


Figure 1. Effects of water limited treatment on maize plants analyzed by selected chlorophyll fluorescence parameters of the JIP-test plotted relative to their respective well-watered controls (set as reference black circle = 1.0). (Source: Franić et al., 2017)

Decrease in the number of active reaction centers (RC/ABS) in water limited treatment suggests susceptibility to photoinhibition and inactivation of reaction centers to form heat sinks to dissipate the excess of absorbed light which is backed by increase in dissipation energy (DIo/RC) in water limited treatment shown on Figure 1. Rise of initial fluorescence

(F<sub>o</sub>), decrease of maximum fluorescence (F<sub>m</sub>) and the resulting decrease in F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> has been previously shown in drought and temperature stressed plants. F300 or fluorescence at 300 μs, where the so called K peak usually appears, was also found to significantly increase under drought stress, implying that oxygen evolving center (OEC) of PSII suffered inactivation or inhibition of electron transport.

Critical points of investigating multiple stress in crops are detecting and characterizing types of stress environments, so-called “envirotyping” using real-time weather data *in situ*. The AGRO-DROUGHT-ADAPT-project (Pejić et al., 2017), funded by the HRZZ, is the first attempt in Croatia to present considerable amounts of data emerging from a nationwide network of field experiments to detect and characterize “random drought” in maize and soybean using real-time weather data *in situ*. There is no attempt yet to “envirotypes” managed stress field trials in Croatia.

## Conclusion

Thorough studies on trait physiology, phenotyping, and genomic prediction/selection on how to cope with multiple stress is feasible only via managed stress trials, high-throughput phenotyping, together with elaborate genotyping and envirotyping.

## Acknowledgements

This research was funded by the Croatian Science Foundation (grant no 5707: “Genetics and physiology of multiple stress tolerance in maize”). Research team (Agricultural Institute Osijek – AIO; Department of Biology, University J.J. Strossmayer in Osijek - DB): Ivan Brkić (AIO), Vera Cesar (DB), Tatjana Ledenčan (AIO), Antun Jambrović (AIO), Zvonimir Zdunić (AIO), Luka Andrić (AIO), Josip Brkić (AIO), Andrija Brkić (AIO), Jasenka Antunović Dunić (DB), Lidija Begović (DB), Maja Mazur (AIO), Mario Franić (AIO), Vlatko Galić (AIO).

## References

- Antunović Dunić J., Franić M., Begović L., Galić V., Mlinarić S., Šimić D., Cesar V. (2018). Antioksidacijski odgovor kukuruza izazvan viškom kadmija i smanjenom količinom vode. Zbornik sažetaka 53. hrvatskog i 13. međunarodnog simpozija agronoma. Rozman, V., Antunović, Z. (eds.), *in press*. Osijek, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Bänziger M., Araus, J. L. (2007). Recent advances in breeding maize for drought and salinity stress tolerance. In: *Advances in molecular breeding toward drought and salt tolerant crops*, Jenks M.A., Hasegawa P.M., Jain S.M. (Eds.), 587-601. New York, USA: Springer.
- Baryla A, Carrier P, Franck F, Coulomb C, Sahut C, Havaux M (2001). Leaf chlorosis in oilseed rape plants (*Brassica napus*) grown on cadmium-polluted soil: causes and consequences for photosynthesis and growth. *Planta* 212:696–709.
- Begović L., Franić M., Galić V., Mlinarić S., Antunović Dunić J., Šimić D., Cesar V. (2018). Utjecaj suše i kadmija na sadržaj lignina u korijenu kukuruza. Zbornik sažetaka 53. hrvatskog i 13. međunarodnog simpozija agronoma. Rozman, V., Antunović, Z. (eds.), *in press*. Osijek, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Brkić A., Brkić I., Jambrović A., Ivezić I., Raspudić E., Brmež M., Zdunić Z., Ledenčan T., Brkić J., Marković M., Krizmanić G., Šimić D. (2017). Maize germplasm of Eastern Croatia with native resistance to Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). *Genetika* 49(3):1023-1034.
- Cleland E.E., Chuine I., Menzel A., Mooney H.A., and Schwartz M.D. (2007). Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology and Evolution*. 22 (7):357-365.
- Franić M., Galić V., Ledenčan T., Jambrović A., Brkić I., Zdunić Z., Brkić A., Brkić J., Šimić D. (2017). Changes of chlorophyll a fluorescence parameters in water limited maize IBM population.

- Proceedings of 52nd Croatian and 12th International Symposium on Agriculture. Vila, S., Antunović, Z. (eds.), 208-211. Osijek, Croatia: Faculty of Agriculture.
- Franić M., Galić V., Mazur M., Šimić, D. (2018). Effects of excess cadmium in soil on JIP-test parameters, hydrogen peroxide content and antioxidant activity in two maize inbreds and their hybrid. *Photosynthetica* (in press). <https://doi.org/10.1007/s11099-017-0710-7>.
- Galić V. (2018). Analiza lokusa kvantitativnih svojstava i genomska selekcija za prinos zrna u testkrižancima IBMSyn4 populacije kukuruza. PhD Thesis. University J.J. Strossmayer, Osijek, Croatia
- Galić V., Ledenčan T., Franić M., Jambrović A., Šimić D. (2017). Intenzitet fuzarijske truleži klipa i sadržaj fumonizina u zrnu kod testkrižanaca IBM populacije kukuruza u tri okoline. Zbornik sažetaka 52. hrvatskog i 12. međunarodnog simpozija agronoma. Vila, S., Antunović, Z. (eds.), 83-84. Osijek, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Ganal M.W., Durstewitz G., Polley A., Bérard A., Buckler E.S., Charcosset A., et al. (2011). A large maize (*Zea mays* L.) SNP genotyping array: development and germplasm genotyping, and genetic mapping to compare with the B73 reference genome. *PloS One*. 6(12): e28334.
- Gill S.S., Tuteja N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*. 48(12):909-930.
- Ivezić M., Raspudić E., Brmež M., Majić I., Brkić I., Tollefson J.J., Bohn M., Hibbard B.E., Šimić D. (2009). A review of resistance breeding options targeting western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). *Agricultural and Forest Entomology*. 11:307–311.
- Jannink J.L., Lorenz A.J., Iwata, H. (2010). Genomic selection in plant breeding: from theory to practice. *Briefings in Functional Genomics*. 9(2):166-177.
- Lobell D.B., Hammer G.L., McLean G., Messina C., Roberts M.J., Schlenker, W. (2013). The critical role of extreme heat for maize production in the United States. *Nature Climate Change*. 3(5):497-501.
- Lorenz A.J. (2013). Resource allocation for maximizing prediction accuracy and genetic gain of genomic selection in plant breeding: a simulation experiment. *G3: Genes, Genomes, Genetics*. 3(3):481-491.
- Messina C.D., Hammer G.L., Dong Z., Podlich D., Cooper M. (2009). Modelling crop improvement in a GxExM framework via gene-trait-phenotype relationships. In: *Crop physiology: interfacing with genetic improvement and agronomy*, Sadras V., Calderini D. (eds), 235–265. London, UK: Elsevier.
- Millet E.J., Welcker C., Kruijer W., Negro S., Coupel-Ledru A., Nicolas S.D., Laborde J., Bauland C., Praud S., Ranc N., Presterl T., Tuberosa R., Bedo Z., Draye X., Usadel B., Charcosset A., van Eeuwijk F., Tardieu F. (2016). Genome-wide analysis of yield in Europe: Allelic effects vary with drought and heat scenarios. *Plant Physiology*. 172:749–764.
- Mlinarić S., Franić M., Galić V., Antunović Dunić J., Begović L., Šimić D., Cesar V. (2018). Utjecaj kadmija i suše na fotosintetsku učinkovitost u kukuruza. Zbornik sažetaka 53. hrvatskog i 13. međunarodnog simpozija agronoma. Rozman, V., Antunović, Z. (eds.), xx-xx. Osijek, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Pejić I. et al. (2017): Primijenjeni istraživački projekt PKP-2016-06-829: Procjena adaptabilnosti hrvatskog sortimenta kukuruza i soje u funkciji oplemenjivanja za tolerantnost na sušu – AGRO-DROUGHT-ADAPT (01.04.2017. – 31.03.2019.): Available from: <http://ada.agr.hr>
- Šimić D., Lepeduš H., Jurković V., Antunović J., Cesar V. (2014). Quantitative genetic analysis of chlorophyll a fluorescence parameters in maize in the field environments. *Journal of Integrative Plant Biology*. 56(7):695-708.
- Zorić M., Gunjača J., Šimić D. (2017). Genotypic and environmental variability of yield from seven different crops in Croatian official variety trials and comparison with on-farm trends. *The Journal of Agricultural Science*. 155(5):804-811.



## **Kukuruz i klimatske promjene – suočavanje s višestrukim stresom**

### **Sažetak**

Projekt pod naslovom “Genetika i fiziologija tolerancije na višestruki stres kod kukuruza” kojeg financira Hrvatska zaklada za znanost temelji se na nizu lažnih dihotomija. Glavni cilj ovoga projekta bio je razjasniti i integrirati zajedničke genetske i fiziološke mehanizme povezane s tolerancijom na višestruki stres kod kukuruza uzgajanog u dvjema kontrastnim geografskim regijama Hrvatske i Turske u kontekstu klimatskih promjena. Parametri fluorescence klorofila i ostali indikatori stresa istraživani su u četverogodišnjim pokusima postavljenih u polju i u plasteniku. Prikazuju su rezultati fenotipizacije/genotipizacije dviju populacija kukuruza za svojstva povezanih s abiotičkim i biotičkim stresom u pokusima u Hrvatskoj i Turskoj, te se raspravljaju u okviru selekcije potpomognute DNA biljezima i/ili genomske selekcije.

***Ključne riječi:*** kukuruz, klimatske promjene, višestruki stres, genetika, fiziologija

## High-tech science for small scale pork producers

Goran Kušec<sup>1</sup>, Benedicte Lebret<sup>2</sup>, Ivona Djurkin Kušec<sup>1</sup>, Cristina Ovilo<sup>3</sup>,  
 Maria Font Furnols<sup>4</sup>, Riccardo Bozzi<sup>5</sup>, Danijel Karolyi<sup>6</sup>, Kristina Gvozdanović<sup>1</sup>,  
 Marjeta Čandek Potokar<sup>7</sup>

<sup>1</sup>*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska (gkusec@pfos.hr)*

<sup>2</sup>*Institut national de la recherche agronomique, INRA UMR 1213, Saint-Gilles, France*

<sup>3</sup>*Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Ctra. Coruña Km 7.5, Madrid, Spain*

<sup>4</sup>*IRTA Institute of Agrifood Research and Technology, Finca Camps i Armet, Monells, Spain*

<sup>5</sup>*Department of Agricultural Biotechnology, Animal Science Section, Via delle Cascine 5, 50144 Firenze, Italy*

<sup>6</sup>*Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta, Zagreb, Hrvatska*

<sup>7</sup>*Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica, Ljubljana, Slovenia*

### Summary

Today most of the scientific research is aimed at revealing the biological basis underlying the economic traits in pigs which often results in shortcomings due to biological trade-off naturally occurring in all domestic animals. Local (indigenous) pig breeds have not been submitted to selective breeding for productivity and the revived interest for them is also related to their reputation of having an excellent meat quality. However, in terms of scientific evidence, the performances and products of local pig breeds are mainly untapped and market potential of their products unexploited. For that reason, there is a need for research activities in order to reveal the potentials of local pig breeds as the basis for the production of special quality pork and pork products. This review describes advanced scientific tools that are being used for characterisation of local pig breeds and their products within the “TREASURE” project financed as Research and Innovation action under the European programme Horizon 2020 and some of the activities undertaken within a scope of complementary project financed by the Croatian Science Foundation “Scientifically Branded Pork”.

**Key words:** *advanced scientific technology, local pig breeds, family farms, traditional products*

### Introduction

We love pigs, but we also love pork. The fact that pig meat represent almost 37% of total world meat production (FAO Food outlook, 2017) leaves no doubt that the interest for pigs is mainly driven by high appreciation of pork as a food for human consumption. Indeed, pig meat was the most consumed meat in 2016 with the share of 39.8% in total world meat consumption (USDA, 2016). The consumption of pig meat in EU extended to 32.4 kg per capita in 2015, almost 1 kg more than in 2014. The production of pig meat in 2016 reached 23 million tons, three times as high in comparison with bovine meat, positioning pork as principal meat in EU-28 countries representing 9% of its total agricultural output (Eurostat, 2016). In 2016, over 257 million pigs were slaughtered in the European Union, accounting for 2 million more than in 2015 and 5.2 million more than 10 years ago (Eurostat, 2017).

Such production could not be achieved without highly effective support of scientific research on the important issues concerning animal health, nutrition, genetics and production management. The scientific effort over the years resulted in improved animals with superior reproductive, fattening and carcass traits. These pigs are produced on modern, industrial farms that can assure ideal environment for the expression of their genetic potential. This is

perhaps the main reason why three quarters of pig production in the EU is reared by 1.5% of the biggest pig producing companies, leaving small scale producers a marginal role. In this context, the size became a vital constituent of the economic effectiveness of pig farms. It can be noted that smaller farms are also hindered by their technical inefficiencies whereas the large farms achieve better performance benefiting from both, better technical efficiency and superior economy of scale (Pig farming sector - statistical portrait 2014). Increased technical efficiency means tight connection with science.

The big part of the growing body of knowledge and innovative ideas coming from the scientific research are aimed at the revealing of biological basis underlying the important economic traits in pigs and at the involvement of novel technologies in phenotyping of the animals, both in vivo and post mortem. The prerequisite of such development was the expansion of genomics and genomic selection in the most relevant livestock species. The main advances that enabled the implementation of genomic research in domestic animals were the sequencing of their genome, the development of high throughput genotyping technologies and the development of statistical methods to estimate the allelic effects of thousands of markers in data sets of limited number of animals (Samore and Fontanesi, 2016).

However, the bulk of biological knowledge applied in the research of livestock is nowadays integrated under unique term 'omics'. As explained by Te Pas et al. (2017), 'omics' technologies are applied in pig research with the aim to measure the expression of pig's genome at all levels: DNA (genomics), mRNA (transcriptomics), proteins (proteomics), and metabolites (metabolomics). This allows for adopting the holistic view of the molecules that make up a specific cell or tissue and their association with the phenotype of interest which is the first step in the development of biomarkers. Biomarkers can be viewed as a molecular basis of biological processes that regulate the phenotype of an animal (Te Pas et al., 2017). The basic idea employed here is that the mere use of genetic markers is not sufficient for the prediction of the trait of interest due to the interactions with environment. The solution to this problem is the usage of biomarkers that take into account environmental influences by uncovering the expression level of genes, or abundance of proteins or metabolites associated with certain phenotype. Good example for this is the application of 'omics' technologies for meat quality management in pork where meat quality was treated as a rather complex phenotype and number of biomarkers were identified and validated in France (Damon et al., 2013).

Regarding the phenotyping methods, a number of non-destructive or non-invasive methods evolved which can accurately assess the body composition of domestic animals. Most widely used in the investigation on pigs are computer aided tomography (CT), dual energy X-ray absorptiometry (DXA) and magnetic resonance imaging (MRI) (Scholz et al., 2016). These methods can be applied on the living animals which is especially interesting when investigating the growth of pigs (Kusec et al., 2016). However, other applications of these biophysical methods are also known. For example the usage of MRI for the texture analyses of meat and meat products (Bajd et al., 2017) or near infrared spectroscopy (NIRS) that can be used for number of analyses on fresh, but also on processed meat (Prieto et al., 2009), where it can replace conventional chemistry methods if the calibration was thoroughly performed (Font i Furnols et al., 2015).

The application of such sophisticated methods demands the development of statistical and mathematical approaches such as genomic best linear unbiased prediction (GBLUP) or a number of Bayesian methods in genetic research (Ball, 2013). Big data analysis, data mining, machine learning and other computational disciplines are nowadays commonly applied in the aim of deciphering messages hidden in the cells of animals of interest. Mathematical modelling used in animal science today ranges from different growth functions like

Richards, Gompertz and von Berattanfy, used to describe the growth of pigs (Luo et al., 2015), to the theory of deterministic chaos and the use of fractal dimensions in the description of ham slices (Mendoza et al., 2009).

The production of first hamburger grown in the laboratory from a stem cells in 2013 leaves no doubt that the future of meat production is most certainly in the hands of the science. The question is, if this technology continues to develop to affect the social, cultural, environmental and economic issues, how the society as a whole can prepare for such changes (Matick and Allenby, 2013).

It is fair to say that today the most advanced tools are used on a daily basis for the improvement of economically important traits of pigs. Having this in mind it is not surprising that pig industry disposes with genetically improved, productive pig breeds on a global scale and such successful production of pork. On the other hand, the question is where does this situation leave small scale pig producers? Their chances may lay in the fact that the pigs improved by such high-tech research actually have certain shortcomings resulting from biological trade-off that naturally occurs in all domesticated animals. For example, high capacity in the production of progeny may have resulted in lower resilience of sows, or super-muscularity of genetically improved pigs could be responsible for the lower quality of their products. In addition, small family owned farms can count on the existence of niche market for traditional pork products that need some extra qualities which cannot be delivered by usual, commercial type of pigs. Local breeds, on the other hand, although being less productive, bring the desired meat quality but also a sort of brand, tradition, regional identity to the product and thus the added value that can help small scale pig producers to survive. Furthermore, animal welfare is an issue of growing concern for European consumers (Blokhuis et al., 2008; Napolitano et al., 2010). Although there is still a gap between consumers positive attitudes toward animal welfare and their actual buying choices (European Commission, 2007), the incorporation of information about the farming conditions and implied animal welfare as a product extrinsic cues is likely to become one of the key issues in orienting consumer preference. In particular this could be relevant for marketing of meat and meat products from local pig breeds, often reared in traditional small scale production systems (typically low input outdoor systems) linked to a specific environment (Bozzi and Crovetto, 2013), since outdoor pig production, in general, has a favourable consumer perception of perceived attributes of quality, i.e. consumers consider it as more humane, environmentally friendly, traditional and sustainable, and they often have a positive attitudes toward the wholesomeness of meat from such production (Edwards, 2005).

### **TREASURE project**

Čandek Potokar et al. (2015) argued that in terms of scientific substantiation, the performances and products of local pig breeds are practically untapped and market potential of their products unexploited. For that reason, there is a need for research activities in order to reveal the prospects of local pig breeds as the basis for the production of special quality pork and pork products. Exactly this is the key point of the on-going project titled “Diversity of local pig breeds and production systems for high quality traditional products and sustainable pork chains (TREASURE)”.

The TREASURE project is financed as Research and Innovation action under the European programme Horizon 2020 (grant agreement 634476). The consortium of 25 partners from 9 countries has been granted in the frame of the call “Traditional resource for agricultural diversity and the food chain (SFS-07a-2014)”. The project is based on the holistic approach in an attempt of covering all of the important aspects of pork chain sustainability, starting

from feeding resources, nutritional requirements, inherent genetic potential of local pig breeds, innovative feeding and management strategies, product fabrication and evaluation till product marketing. These objectives certainly need the involvement of the state of the art scientific knowledge and equipment, starting from genomic laboratories to the sophisticated devices for the investigations of chemical composition of fresh pork and pork products as well as for studying carcass composition of local pig breeds, just as it is used in highly selected pig breeds, reared at large industrial farms.

Within a scope of the present review, a short description of genetic/genomic studies will be presented as well as ongoing investigations on biomarkers for meat quality, application of NIRS technology and CT carried out on local pig breeds and products studied in the frame of the “TREASURE” project.

### *Genetic/genomic research*

Genetics and genomics research can provide useful information for local pig breeds, from both scientific and productive perspectives. In a first place the recently available high throughput tools for the analysis of the genome allow a deep genetic characterisation of the breeds, including the evaluation of their level of polymorphism and genetic diversity, population structure and admixture, or the relationships among breeds and estimation of their genetic distances (Ramos et al., 2009; Ai et al., 2013). For this objective different commercial devices (SNP chips) are available and currently being used in different livestock species. For pigs different commercial SNP chips that exist include from 60K to 600K polymorphisms, and their cost has dropped down in the last years making its use widely accessible. “TREASURE” project includes the genotyping of a relevant number of animals from each one of 20 autochthonous European pig breeds with a high density commercial genotyping platform in order to deeply characterize their genetic singularity and the potential genetic connection between breeds. Data will probably lead us to the identification of genome regions related to between-breed differentiation, or connected to selective sweeps or signatures of demographic events specific of these breeds (Stainton et al., 2017). However, the available commercial chips include neutral markers discovered in modern pig breeds. For this reason the project covers also the study of allele frequency distribution of known major genes (causative polymorphisms) such as genes regulating growth and appetite (e.g. IGF2, MC4R, LEPR), meat quality (e.g. RYR1, PRKAG3, CAST) or coat colour (e.g. MC1R, KIT) which are particularly interesting for breed characterisation or for its potential use in selection schemes. Some preliminary results are already available (Óvilo et al., 2017).

Besides the genotyping platforms, large methodological advances and cost reductions have been also achieved in the massive genome sequencing methods, allowing the employment of such approaches in all scientific scenarios (Esteve-Codina et al., 2013). Massive sequencing of genomic DNA is currently being employed in the frame of the “TREASURE” project for the identification of genome regions or genes responsible of adaptive traits and resilience through the comparison of genomes of our local, well adapted breeds with the ones of modern commercial breeds. Also, the discovery of key genes underlying the biological processes responsible of the distinctness traits in local pig populations will focus on RNA sequencing technology (RNAseq), as gene expression is the most fundamental level at which the genotype gives rise to the phenotype (Ramayo-Caldas et al., 2012). Several pilot transcriptome studies are planned to analyse the transcriptional effects of nutritional and management factors applied on local pig breeds. At last, sequencing methods are also allowing the characterization of the gut microbial ecosystem (metagenomics) and a pilot study on comparison between breeds in the same rearing system or due to the diet or environmental interventions (Frese et al., 2015) is conducted, with a great scientific interest

as the intestinal microbiota is emerging as a fundamental factor in host's health and homeostasis (Xiao et al., 2016).

From the practical perspective, all the foreseen genetic studies will provide tools for authentication, traceability, conservation and breeding programmes. These tools may include the knowledge of the presence of potential favourable or negative alleles in major genes, the development of reasonably priced marker panels (DNA) to improve specific traits, or the identification of functional biomarkers (RNA) or microbiota "footprints" characteristic for breed/feeding/management groups, with diagnostic usefulness. In short, all the advances contributing to better knowledge and better utilisation and promotion of local genetic resources.

### *Biomarkers*

Pork quality is a complex phenotype determined by interactions between pig genotype and environment. Many factors influencing meat quality (MQ) especially sensory and technological traits have been described, however MQ is still highly variable and difficult to predict at slaughter stage. The identification of biomarkers of MQ and the development of control tools would be helpful for the management of product quality in both conventional and local/alternative pork chains.

Identification of MQ biomarkers has been carried out by transcriptomic approaches on both loin and ham, to reveal genes whose expression level is associated with a quality trait. First studies focused on few MQ traits in differential experimental setup (contrasted groups for intramuscular fat (IMF) content, "destruction" defect of ham muscles, and shear force of cooled meat, etc.). Biomarkers of pork toughness and of ham destruction have thus been identified (review of Picard et al., 2015). Regarding IMF that is associated with pork tenderness and juiciness, its variation has been associated to expression level of genes from various functional categories including genes involved in the regulation of adipogenesis during animal growth, making it difficult to identify "robust" molecular predictors of this trait measurable at slaughter stage (Picard et al., 2015).

Another approach to identify biomarkers considered a wide variability of many MQ traits within the same animal design. An experimental design inducing a gradual and high variability in technological and sensory qualities of pork (two breeds produced in different farming systems, n=100; Lebret et al., 2015a) was thus used to identify and validate quality biomarkers. A large number of associations (i.e. potential biomarkers) have been identified between transcripts (microarray gene expression of Longissimus muscle taken 30 min after slaughter) and MQ traits (i.e. 140 significant associations for a\* (redness) up to nearly 3000 for tenderness), confirmed by qRT-PCR (more suitable for the development of tools) then tested on other animals from the same experiment. Sixty significant correlations ( $R^2 \leq 0.46$ ,  $P < 0.05$ ) involving 26 genes and 8 characters: pHu, water loss, lightness, a\*, hue angle, IMF, force shear, tenderness were validated. Thus, the variation in expression level of one gene could explain up to 46% of variation of one MQ trait (Damon et al., 2013). An external validation performed on 100 commercial pigs allowed the validation of 19 of these biomarkers ( $R^2 \leq 0.24$ ,  $P < 0.05$ ; Lebret et al., 2013). Multiple regression models including between 3 and 5 genes and explaining up to 59% (hue value) of a MQ variability were also established, but their predictive value tested on commercial pigs was moderate ( $r \leq 0.48$ ,  $P \leq 0.01$  between predicted and measured values, Lebret et al., 2013). Furthermore, predictive models have been established using linear (regression, PLS sparse) and non-parametric (random forests) statistics on transcriptomic (microarray) data. Thus, biomarkers of individual MQ traits have been identified and validated, but their predictive value should be improved to foresee the development of control tools.

To improve the prediction level of biomarkers, another strategy based on the identification of biomarkers of sensory and technological MQ classes, i.e. low, acceptable or extra pork quality levels, was considered. Final aim is to propose molecular tools to classify carcasses or primary cuts early after slaughter in pork industries, according to their predicted quality level (Lebret et al., 2015b). Combining scientific expertise and statistical approaches, pork quality classes discriminating both sensory and technological dimensions of pork have been determined using experimental data described above (n=100 pigs). Then, based on gene expression levels in Longissimus muscle taken 30 min p.m., a multinomial generalized model to predict quality class of a given pork sample has been calculated. The model includes 12 genes and allows high accurate classification at cross-validation step, with especially high accuracy for classification of low (88%) and extra (82%) quality samples (Lebret et al., 2015b). External validation will be undertaken within TREASURE project using samples from 4 European local pig breeds (Gascon, Iberian, Krškopolje, Turopolje; Lebret et al., 2017).

#### *Near infrared spectroscopy (NIRS)*

Recent years have seen a growing attention by consumers towards diet concerns and the new concept of product quality. Traditional methods to guarantee the wholesomeness and quality of the product sold have however proved to be very expensive over the years, both in economic terms and in terms of time; a series of alternative methods have been developed with the aim of obtaining equally reliable results, but cutting down time and expenses and with the possibility to be integrated into the production process allowing a continuous monitoring of the quality parameters.

NIR (Near Infrared Reflectance) methodology is a fast, non-destructive, non-invasive method that does not require sample preparation and has excellent correlation with the results obtained with 'traditional' chemical analyses. The technique requires a calibration phase on a representative number of samples and a statistical analysis between the chemical data and the properties of the absorption spectra; once the equipment has been calibrated, the accuracy of the estimate is very high. The spectral region appears to be very rich in information: the more significant absorption bands are attributed to the overtones or to the vibrational transaction combinations of bonds related to the functional groups C-H, N-H, OH, namely with the absorption of XHn functional groups. All covalent bonds have absorption bands in the NIR region, while minerals can only be detected in organic complexes and chelates, or for their effects on hydrogen bonds. The NIRS technique, therefore, allows to perform a quantitative analysis for the determination of components that contain these bonds (water, proteins, lipids, carbohydrates) obtaining a characteristic spectrum of the sample. However, the NIRS absorption bands are very large and often overlapped and the use of chemometrics (i.e. mathematical applications to analytical chemistry) is required. The use of NIR spectroscopy for the determination of the chemical composition of food requires thus a calibration phase that involves the identification of samples representations and a statistical study between the chemical composition data and the properties of the spectra. After some mathematical modelling and validation operations, realized with chemometric methods, the instrument can predict the chemical composition of unknown samples with a margin of error defined by the statistical precision of the regression. The methodology has been already used in different livestock species (Barlocco et al., 2006; Prevolnik et al., 2004; Prieto et al., 2006, 2008, 2009; Cecchinato et al., 2011, 2012) and a recent review (Prieto et al., 2017) provided an insight on the strengths and weaknesses of the method in estimating meat quality traits.

In the framework of the TREASURE, NIRS methodology is used to estimate fatty acid composition (FA) of fat tissues (IMF and subcutaneous) as well as IMF of meat and lipid

content (LC) of subcutaneous fat. Samples come from 17 different local pig genotypes belonging to 8 different European countries for a total of 552 animals. Additionally, prediction of chemical traits (water, protein, IMF, salt) of pork and products and quality (rheological) traits of dry-cured hams will be tested using NIRS. Analytical data will be coupled with the results of the NIRS analysis in order to obtain prediction equations to estimate the traits considered with rapid and less costly methods.

### *Computed tomography (CT)*

Computed tomography is commonly used in medicine mainly for diagnosis purposes. However, this technology has also been used to evaluate live pigs to develop growth curves (Carabús et al., 2015; Kolstad et al., 1996) and for breeding purposes (Aass et al., 2009), to evaluate carcass (Dobrowolski et al., 2004; Font i Furnols et al., 2009) and cuts composition (Romvári et al., 2005), to determine ossification and articular osteochondrosis (Olstad et al., 2014) or to study salt content (Vestergaard et al., 2004; Fulladosa et al., 2010). Computed tomography is a non-invasive technology based on X-ray that allows differentiating between tissues of different density. X-rays beams are generated, while rotating 360°C around the object, and after passing through it they reach the detectors. In their way, X-rays have been attenuated in different degree depending on the density of the object they go through, the higher the density, the higher the attenuation. After treatment a reconstruction algorithm a matrix of voxels (3D pixels) is obtained in which the interior part of the object is presented. Each voxel has an attenuation value expressed in Hounsfield units (HU) and it is associated to a colour on a grey scale, from black (less dense) to white (more dense). The volume associated with each HU value allows classifying, by means of segmentation techniques, the tissues into fat, muscle and bone.

Local pig breeds studied at “TREASURE” project are very fatty compared with the commercial white pigs. One of these local breeds is Iberian pig, reared at the Iberian Peninsula. The CT scan images obtained from Iberian carcasses allow to see perfectly this high amount of fat and to take some measurements like fat thickness and fat and muscle area at different anatomical locations. In Figure 1 it is possible to see an example where fat thickness is around 92 mm in the loin region (at 6 cm of the midline and perpendicular to the skin), which is very high compared to the commercial white pigs, that in Spain have an average fat thickness at the same level of around 14 mm. Similarly, when all the images of the carcasses are considered together, it is possible to obtain the lean meat content of the carcass. This is generally less than 30% in pure Iberian pigs, while in commercial white pigs in Spain it is on average 63%.

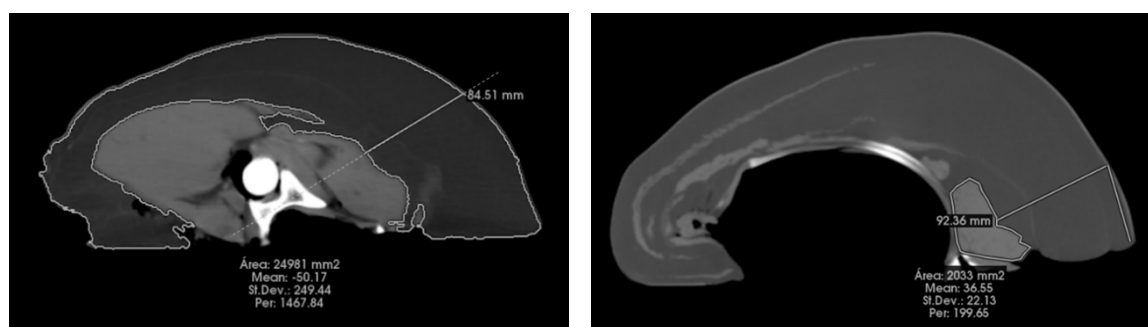


Figure 1: Computed tomography image of ham (left) and loin region (right) of an Iberian pig in grey scale (from white-more dense to black-less dens) and with several measurements of fat thickness and fat and muscle area.



## **SciBra Pork project**

Similar, complementary project is currently running in Croatia, focusing on Crna Slavonska pig breed, titled “Scientifically Branded Pork (SciBra Pork)” under financing of Croatian Science Foundation. As Budimir et al. (2014) explained the objective of this project is to apply various scientific approaches which could help in the creation of new brand among the animal products in Croatia based on Crna Slavonska pigs. Within a scope of this project, the main characteristics of Crna Slavonska breed, such as growth characteristics, physicochemical properties of meat and meat products are undergoing thorough investigations. The results of these can be exploited in the processes of branding of the meat products. For example, the differences in proteolytic and lipolytic activities are found to be a consequence of genetic background combined with the rearing system applied. Considering this it can be assumed that the traditional dry-cured meat products based on the meat of Black Slavonian pigs will have different physical/chemical and sensory characteristics than those produced from meat of commercial pigs. Especially when they are reared outdoors.

Following the above hypothesis, one of the main goals of SciBra Pork project is the identification of typical physicochemical characteristics and sensory profile of traditional dry-cured meat products originated from Black Slavonian pigs. These work include the assessment of fatty acid profile, aroma profile, myoglobin concentration, water activity (aw), pH, colour assessment, free fatty acids quantification (acidity value), extent of lipid (peroxide value; TBARS; volatile aldehyde analysis) and protein oxidation (protein carbonyls quantification). These traits will be compared with the same products originating from different production chains involving commercial pig breeds. Similarly to the TREASURE project, the results of above mentioned research will be at disposal to the small scale producers, some of them involved in the both projects.

## **Closing remarks**

Development of tools for authentication and traceability, conservation and breeding programs through the application of the latest genetic/genomic methods, identification of molecular biomarkers for early prediction and control of meat quality, use of the fast NIRS technology for the assessment of chemical composition of fresh pork and pork products, or investigation of carcass tissue composition by the sophisticated CT devices, may all provide a new, missing data that can bridge the gap in the body of knowledge between industrial and small scale pork production, which is one of the main prerequisites for better utilization of local breeds in the future. Moreover, the results of such investigations could become an excellent base for the branding of products originating from these pigs. After all, we should be able to keep track, understand, comprehend and utilize in most imaginative way, the emerging scientific technology that modern fundamental science can offer for backing up the sustainable production of pork as well as high quality traditional pork products.

## **Acknowledgements**

TREASURE project is funded under European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme, grant no. 634476. The content of this presentation reflects only the authors’ view and Research Executive Agency is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

This work has been partially supported by Croatian Science Foundation under the project number 3396.

## References

- Aass, L., Hallenstvedt, E., Dalen, K., Kongsro, J., Vangen, O. (2009). Datatomography (CT) as a method to measure meat- and fat quality in live pigs? II Workshop on the use of Computed Tomography (CT) in pig carcass classification. Other CT applications: live animals and meat technology, Monells, Spain, 16-17 April 2009.
- Ai, H., Huang, L., Ren, J. (2013). Genetic Diversity, Linkage Disequilibrium and Selection Signatures in Chinese and Western Pigs Revealed by Genome-Wide SNP Markers. *PLoS ONE* 8(2): e56001.
- ANON (2016): USDA Foreign Agricultural service, OECD: World Meat Consumption Shares 2016. <https://www.pork.org/facts/stats/u-s-pork-exports/world-per-capita-pork-consumption/>
- Bajd, F., Škrlep, M., Čandek Potokar, M., Serša, I. (2017). MRI-aided texture analyses of compressed meat products. *Journal of Food Engineering* 207: 108-118.
- Ball R.D. (2013). Statistical Analysis of Genomic Data. In: Gondro C., van der Werf J., Hayes B. (eds) *Genome-Wide Association Studies and Genomic Prediction. Methods in Molecular Biology (Methods and Protocols)*, vol 1019. Humana Press, Totowa, NJ
- Barlocco, N., Vadell, A., Ballesteros, F., Gallieta, G., Cozzolino, D. (2006). Predicting intramuscular fat, moisture and Warner-Bratzler shear force in pork muscle using near infrared spectroscopy. *Animal Science* 82: 111–116.
- Blokhuys, H.J., Keeling, L.J., Gavinelli, A., Serratos, J. (2008). Animal welfare's impact on the food chain. *Trends in Food Science & Technology* 19: 75-83.
- Bozzi, R., Corvetti, A. (2013). Conservational issues in local breeds – state of the art. *Acta Agriculturae Slovenica, Supplement* 4: 9-14.
- Budimir, K., Djurkin Kušec, I., Lukić, B., Džijan, S., Margeta, V., Kušec, G. (2014). Possibilities of branding the pork in Croatia – review. *Acta Agraria Kaposváriensis* 18, Supplement 1: 115-121.
- Candek-Potokar, M., Fontanesi, L., Lebret, B., Angels Oliver, M., Fernandez, A., Nieto, R., Pugliese, C., Gil, J. M., Gesualdo, L., Dalfino, G. (2015). Diversity of local pig breeds and production systems for high quality traditional products and sustainable pork chains (TREASURE): project presentation. Presented at 8. Dry Cured Ham World Congress, Toulouse, FRA (2015-06-25 - 2015-06-26).
- Carabús, A., Sainz, R.D., Oltjen, J.W., Gispert, M., Font-i-Furnols, M. (2015). Predicting fat, lean and the weights of primal cuts for growing pigs of different genotypes and sexes using computed tomography. *Journal of Animal Science* 93: 1388-1397.
- Cecchinato, A., De Marchi, M., Penasa, M., Albera, A., Bittante, G. (2011). Near-infrared reflectance spectroscopy predictions as indicator traits in breeding programs for enhanced beef quality. *Journal of Animal Science* 89: 2687–2695.
- Cecchinato, A., De Marchi, M., Penasa, M., Casellas, J., Schiavon, S., Bittante, G. (2012). Genetic analysis of beef fatty acid composition predicted by near-infrared spectroscopy. *Journal of Animal Science* 90: 429–438.
- Damon, M., Denieul, K., Vincent, A., Bonhomme, N., Wyszynska-Koko, J., Lebret, B. (2013). Associations between muscle gene expression pattern and technological and sensory meat traits highlight new biomarkers for pork quality assessment. *Meat Science* 95: 744-754.
- Dobrowolski, A., Branscheid, W., Romvari, R., Horn, P., Allen, P. (2004). X-ray computed tomography as possible reference for the pig carcass evaluation. *Fleischwirtschaft* 84: 109–112.
- Edwards, S.A. (2005). Product quality attributes associated with outdoor pig production. *Livestock Production Science* 94: 5-14.
- Esteve-Codina, A., Paudel, Y., Ferretti, L., et al. (2013). Dissecting structural and nucleotide genome-wide variation in inbred Iberian pigs. *BMC Genomics* 14:148.
- European Commission (2007). Attitudes of EU citizens towards Animal Welfare. Available at: [http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs\\_270\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_270_en.pdf)
- Eurostat (2016): [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Pig\\_farming\\_sector\\_-\\_statistical\\_portrait\\_2016](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Pig_farming_sector_-_statistical_portrait_2016)
- Font i Furnols, M., Teran, F., Gispert, M. (2009). Estimation of lean meat percentage of pig carcasses with Computer Tomography images by means of PLS regression. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 98: 31-37.

- Font-i-Furnols, M., Carabús, A., Pomar, C., Gispert, M. (2015). Estimation of carcass and cuts composition from computed tomography images of growing live pigs of different genotypes. *Animal* 9: 166–178.
- Frese, S. A., Parker, K., Calvert, C. C., Mills, D. A. (2015). Diet shapes the gut microbiome of pigs during nursing and weaning. *Microbiome* 3: 28.
- Fulladosa, E., Santos-Garcés, E., Picouet, P., Gou, P. (2010). Prediction of salt and water content in dry-cured hams by computed tomography. *Journal of Food Engineering* 96: 80-85.
- Kolstad, K., Jopson, N. B., Vangen, O. (1996). Breed and sex differences in fat distribution and mobilization in growing pigs fed at maintenance. *Livestock Production Science* 47: 33-41.
- Kušec, G., Scholz, A.M., Baulain, U., Djurkin Kušec, I., Bernau, M. (2016). Noninvasive techniques for exact phenotypic assessment of carcass composition and tissue growth in domestic animals. *Acta agriculturae Slovenica, Supplement* 5: 12-17.
- Lebret, B., Denieul, K., Vincent, A., Bonhomme, N., Wyszynska-Koko, J., Kristensen, L., Young, J. F., Damon, M. (2013). Identification by transcriptomics of biomarkers of pork quality. *Journées Recherche Porcine* 45: 97-102.
- Lebret, B., Ecolan, P., Bonhomme, N., Méteau, K., Prunier, A. 2015a. Influence of production system in local and conventional pig breeds on stress indicators at slaughter, muscle and meat traits and pork eating quality. *Animal* 9(8): 1404-1413.
- Lebret, B., Castellano, R., Vincent, A., Faure, A., Kloareg, M., 2015b. Molecular biomarkers to discriminate pork quality classes based on sensory and technological attributes. *Proceedings 61<sup>st</sup> International Congress of Meat Science and Technology, 23-28 August 2015, Clermont-Ferrand, France.* p. 99. Manuscript n. 4.13
- Lebret, B., Castellano, R., Vincent, A., Faure, J., Kloareg, M., Damon, M. (2017). Molecular biomarkers as predictors of sensory and technological pork quality. *Proceedings of 4<sup>th</sup> Fatty Pig Science and Utilization International Conference: 177-178. Badajoz, Spain.*
- Luo, J.; Lei, H.; Shen, L.; Yang, R.; Pu, Q.; Zhu, K.; Li, M.; Tang, G.; Li, X.; Zhang, S. and Zhu, L. (2015). Estimation of growth curves and suitable Slaughter weight of the Liangshan pig. *Asian Australasian Journal of Animal Science* 28: 1252-1258.
- Mattick, C., Allenby, B. (2013). The Future of Meat. *Issues in Science and Technology* 30, no. 1
- Mendoza, F., Valous, N. A., Allen, P., Kenny, T. A.; Ward, P., Sun, D.W. (2009). Analysis and classification of commercial ham slice images using directional fractal dimension features. *Meat Science* 81(2): 313-320.
- Napolitano, F., Girolami, A., Braghieri, A. (2010). Consumer liking and willingness to pay for high welfare animal-based products. *Trends in Food Science & Technology* 21: 537-543.
- Olstad, K., Kongsro, J., Grindflek, E., Dolvik, N.I. (2014). Consequences of the natural course of articular osteochondrosis in pigs for the suitability of computed tomography as a screening tool. *BMC Veterinary Research* 10: 212.
- Ovilo, C., Bozzi, R., García, F., Núñez, Y., Geraci, C., Crovetto, A., García-Casco J., Alves, E., Skrlep, M., Charneca, R., Quintanilla, R., Kusec, G., Riquet, J., Mercat, M.J., Zimmer, C., Razmaite, V., Araujo, J.P., Radovic, C., Savic, R., Candek-Potokar, M., Fontanesi, L., Fernández, A.I., Muñoz, M. (2017) Diversity across major and candidate genes in European local pig breeds. *4<sup>th</sup> Fatty Pig Science and Utilization International Conference, Badajoz, Spain.*
- Picard, B., Lebret, B., Cassar-Malek, I., Liaubet, L., Berri, C., Le Bihan-Duval, E., Hocquette, J.F., Renand, G. (2015). Recent advances in omic technologies for meat quality management. *Meat Science* 109: 18-26.
- Prevolnik, M., Candek-Potokar, M., Skorjanc, D. (2004). Ability of NIR spectroscopy to predict meat chemical composition and quality – a review. *Czech Journal of Animal Science* 49: 500–510.
- Prieto, N., Andrés, S., Giráldez, F. J., Mantecón, A. R., Lavín, M. P. (2006). Potential use of near infrared spectroscopy (NIRS) for the estimation of chemical composition of oxen meat samples. *Meat Science* 74: 487–496.
- Prieto, N., Andrés, S., Giráldez, F.J., Mantecón, A.R., Lavín, P. (2008). Ability of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to estimate physical parameters of adult steers (oxen) and young cattle meat samples. *Meat Science* 79: 692–699.

- Prieto, N., Roehe, R., Lavín, P., Batten, G., Andrés, S. (2009). Application of near infrared reflectance spectroscopy to predict meat and meat products quality: A review. *Meat Science* 83: 175–186.
- Prieto, N., Pawluczyk, O., Dugan, M. E. R., Aalhus, J. L. (2017). A Review of the Principles and Applications of Near-Infrared Spectroscopy to Characterize Meat, Fat, and Meat Products. *Applied Spectroscopy* 71: 1403–1426.
- Ramayo-Caldas, Y., Mach, N., Esteve-Codina, A., Corominas, J., Castello, A., Ballester, M., et al. (2012). Liver transcriptome profile in pigs with extreme phenotypes of intramuscular fatty acid composition. *BMC Genomics* 13: 547
- Ramos, A. M., Crooijmans, R. P. M. A., Affara, N. A., Amaral, A. J., Archibald, A., et al. (2009). Design of a High Density SNP Genotyping Assay in the Pig Using SNPs Identified and Characterized by Next Generation Sequencing Technology. *PLoS ONE* 4(8): e6524.
- Romvári, R., Szabó, A., Kárpáti, J., Jováček, G., Bázár, G., Horn, P. (2005). Measurement of belly composition variability in pigs by *in vivo* computed tomographic scanning. *Acta Veterinaria Hungarica* 53: 153–162.
- Samorè, A. B., Fontanesi, L. (2016). Genomic selection in pigs: state of the art and perspectives, *Italian Journal of Animal Science* 15, 2: 211-232.
- Sholz, A. M., Kušec, G., Bernau, M. (2016). Physikalische Grundlagen der nicht-invasiven Techniken wie Dualenergie Röntgenabsorptiometrie und Magnet-Resonanztomographie zur *In-vivo* Phänotypisierung. *Nova acta Leopoldina, NF*, 121, 409: 25–35.
- Stainton, J. J., Charlesworth, B., Haley, C. S., Kranis, A., Watson, K., Wiener, P. (2017). Use of high-density SNP data to identify patterns of diversity and signatures of selection in broiler chickens. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 134: 87–97.
- Te Pas, M. F. W., Leuret, B., Oksbjerg, N. (2017). Invited review: Measurable biomarkers linked to meat quality from different pig production systems. *Archives Animal Breeding* 60: 271-283.
- Vestergaard, C., Risum, J., Adler-Nissen, J. (2004). Quantification of salt concentrations in cured pork by computed tomography. *Meat Science* 69: 107-113.
- Xiao et al. (2016). A reference gene catalogue of the pig gut microbiome. *Nature Microbiology* 19: 16161.

## Resistance of plant pests to insecticides: causes, consequences and possible solutions

Renata Bažok, Darija Lemić, Maja Čaćija, Dinka Grubišić, Ivana Pajač Živković, Zrinka Drmić, Helena Virić Gašparić, Božena Barić

<sup>1</sup>*Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošiminska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska (rbazok@agr.hr)*

### Summary

The resistance to insecticides could have great impact on agricultural production. There is an increasing importance of deep understanding of this problem for all subjects in agricultural production: scientists, professionals, government and farmers. In this paper we describe the development of the resistance elaborate the consequences and propose the most effective strategy to combat insecticide resistance for three important pests in Croatia: the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) (WCR), Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) (CPB) and Codling moth (*Cydia pomonella* L.) (CM).

**Key words:** *Codling moth, Colorado potato beetle, insecticide resistance management, western corn rootworm*

### Introduction

When synthetic pesticides were introduced some sixty years ago, great enthusiasm existed about their ability to sustainably solve the world's food and productivity problems. Meanwhile, concerns about their negative side-effects to humans and the environment emerged. Since humans used chemicals for crop protection, cases of pest resistances have been reported. According to the World Health Organization (WHO, 2012), resistance is defined as the ability of an insect to withstand the effects of an insecticide by becoming resistant to its toxic effects by means of natural selection and mutations. Contrary to this, the Insecticide Resistance Action committee (IRAC) (IRAC, 2017) defines operational (field) resistance as **a heritable change in the sensitivity of a pest population that is reflected in the repeated failure of a product to achieve the expected level of control when used according to the label recommendation for that pest species**. The IRAC definition, although pragmatic, is less "sensitive" with the scope to implement early Insecticide Resistance Management (IRM) strategies in the field. Genetics and intensive application of insecticides are two of several factors responsible for the development of insecticide resistance (Fig.1). Insects with genes that confer resistance to a particular insecticide or class of insecticides survive treatment and are thereby "selected" to pass on this resistance to later generations. Selection for resistance is a result of repeated use of the same class of pesticides to control a pest. Through this process of selection, the population gradually develops resistance to the pesticide. Ultimately, the once-effective product no longer controls the resistant population.

When a pest becomes resistant, the insecticide is used more frequently and the insecticide must ultimately be replaced as efficacy diminishes. The resistance development is a serious problem for all stakeholders in agricultural production. For farmers it means lower success of control, increase in insecticide applications, need for finding other solution (usually more expensive) and yield loss. From the standpoint of industry resistance can greatly diminish the value of insecticide products in the marketplace because it influences the increase in number and frequency of applications. Therefore product non-performance complaints go

up and farmers' confidence goes down. The same time resistance reduces the effective life of a product and for chemical industry it means that shorter product life will lower the return on investment. The discovery and registration costs for one product are \$200-350 million and development timelines are 8 to 15 years. It is clear that for industry is important to maintain the current products in the market as long as they can. Therefore resistance management is an important component of product stewardship.

Insect resistance to the synthetic insecticide DDT was documented in 1947 and since that time, key pest organisms have been found with resistance to new insecticides within 2 to 20 years of their first release. Pesticide resistance is increasing in occurrence globally. For example, farmers in the USA lost 7% of their crops to pests in the 1940s; over the 1980s and 1990s, the loss was 13%, even though more pesticides were being used globally, more than 500 species of insects, mites, and spiders have developed some level of pesticide resistance (IRAC, 2017).

With the aim of monitoring the resistance of three important pests in Croatia and to develop the new innovative methods for pest resistance detection, the project founded by Croatian Science Foundation is approved in 2017. The aim of this paper is to describe the development of the resistance, explain methods for the detection of resistance, elaborate the consequences and propose the most effective strategy to combat insecticide resistance for three important pests in Croatia: the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) (WCR), Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) (CPB) and Codling moth (*Cydia pomonella* L.) (CM). These pests are very important for most important arable (maize and potato) and perennial crops (apple) in Croatia. These three pests have shown resistance to insecticides and/or to management strategies either in Croatia or in neighbouring countries.

### What Causes Insecticide Resistance?

Pesticide resistance probably stems from multiple factors (Fig. 1.) depended either on the insect, insecticide properties or on farmers' practice and treated plant.

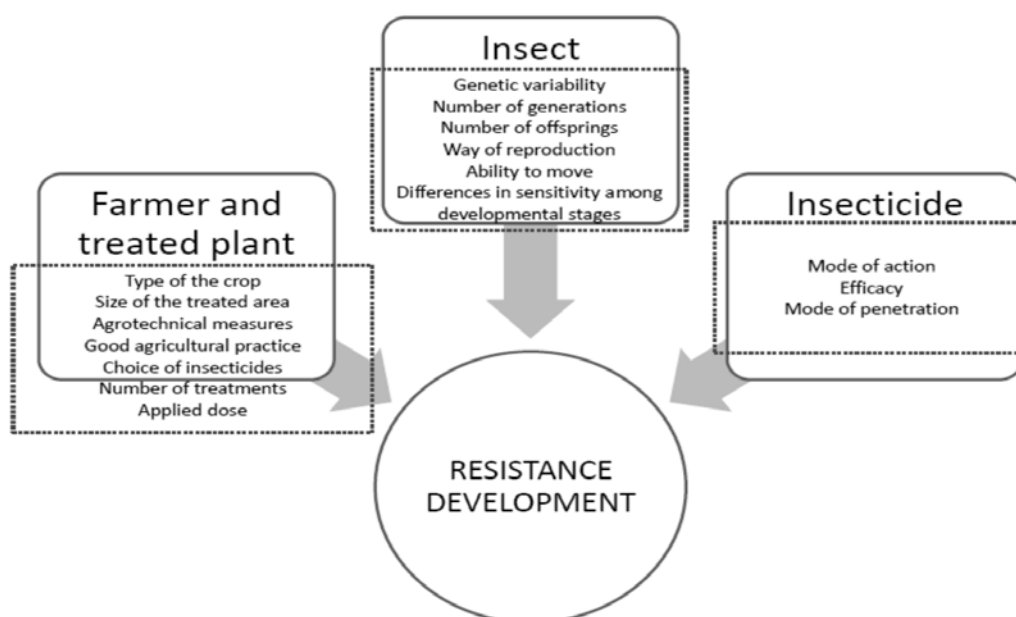


Figure 1. Factors influencing the speed of the resistance development (Bažok and Lemić, 2017)

There are several ways that insects become resistant to the effects of pesticides, namely through: metabolic, target-site, penetration and behavioural resistance (IRAC, 2017).

**The target site** resistance is developed where the insecticide acts in the insect. It may be result of genetic modification in insect to prevent the insecticide binding or interacting at its site of action. Finally target site resistance reduces the effect of the insecticide. **Metabolic resistance** is the most common mechanism. Due to the activity of their internal enzyme systems resistant insects detoxify or destroy the toxin faster than susceptible insects, or quickly rid their bodies of the toxic molecules. Resistant strains of insects may possess higher levels or more efficient forms of these enzymes.

**Penetration resistance** is often present along with other forms of resistance. Outer cuticle of the insect slows the absorption of a broad range of chemicals.

**Behavioural resistance** is present when resistant insects may detect or recognize a danger and avoid the toxin. This mechanism of resistance has been reported for several classes of insecticides, including organochlorines, organophosphates, carbamates and pyrethroids

**The Western corn rootworm (WCR)**, is the most serious pest of maize across the US Corn Belt and now Europe. The pest was introduced into Europe where it was first observed near Belgrade, Serbia, in 1992 (Bača, 1994). Once introduced, WCR started to spread across Europe (Ciosi et al., 2010). In Croatia, different pest management strategies were investigated to combat its spread (Bažok et al., 2005; 2011; Igrc Barčić et al., 2007). Those strategies involved: crop rotation trials for the Croatian landscape; monitoring tools and pest risk assessment, as well as life table parameters in their newly invaded environment. In USA, WCR has repeatedly demonstrated its ability to adapt to pest management strategies. Examples include its evolution of resistance to conventional insecticides (Parimi et al., 2006) and the cultural practice of crop rotation (Levine et al., 2002), as well as *Bt* toxin resistance (Gassmann et al., 2011). The first case of resistance to insecticides in WCR was noted in 1959 in Nebraska to cyclodiene insecticides such as aldrin and heptachlor (Ball and Weekman, 1963). To date WCR has become resistant to organophosphates (i.e. methylparathion) and carbamates (i.e. carbaryl) (Wright et al., 2000) and pyrethroids (i.e. bifenthrin and tefluthrin) (Periera et al., 2017). Although there are no evidences about resistance to neonicotinoid insecticides it is displaying characteristics of building resistance to insecticides belonging to this group too. The crop rotation to control WCR has been successful in USA until mid-1990. In central part of the Corn Belt (Illinois and Indiana) WCR showed ability to develop resistance to crop rotation with soybean by behavioural adaptation of the variant western corn rootworm that had lost fidelity to maize for egg laying (Levine et al. 2002). Research conducted by Knolhoff et al. (2006) demonstrated differences in mean time to exit an arena of WCR adults from variant and nonvariant populations, supporting the hypothesis that rotation resistance is a genetic trait. However, the lack of a diagnostic behavioural assay to determine the phenotype of individual beetles has hindered efforts to develop a molecular marker associated with the gene(s) responsible (Miller et al., 2006). It seems that dispersing variant adults are spreading alleles that confer reduced host fidelity and therefore should not be characterized as a distinct strain. The first case of resistance of field populations from Iowa to Cry3Bb1 toxins was reported by (Gasmann et al., 2011). From that time, the resistance to the same *Bt* toxin has been spread to other states (Wangila et al., 2015) and also cross-resistance to mCry3A is proved (Wangila et al., 2015). The application of insecticides is not common practice in Europe and *Bt* maize hybrids are not widely approved. The main control tactic in Europe is crop rotation and it is still very effective because European farmers use a more diverse array of cropping systems (Kiss et al., 2005), rotate more often with a greater variety of crops, and frequently utilize relatively

small fields compared with farmers in the U.S. However, it has become apparent that ongoing introductions of WCR into Europe will eventually result in the introduction of individuals and their associated alleles that are resistant either to crop rotation or Bt toxins. There are predictions (Onstad et al., 2003) that in as few as 15 years the WCR could independently evolve a loss of ovipositional fidelity to maize in Europe, even in the absence of accidental introductions.

The **Colorado potato beetle** (CPB), is one of the most economically damaging insect pests of potato in many countries (Hare, 1990). In the past 60 years CPB has developed resistance to 54 different insecticides, including imidacloprid and eight other neonicotinoids (Whalon et al., 2013). Up to 155-fold resistance to imidacloprid was reported in adult CPBs, after three seasons of use, followed by thiamethoxam and clothianidin in other regions of the United States (Alyokhin et al. 2008). The first appearance of resistance to OP and OC insecticides in Croatia was in 1986, after 16 and 18 years of use respectively, and to P insecticides in 1987 after only seven years of widespread use (Maceljski and Igrc, 1992-1994). After late 1990s, neonicotinoids and other insecticides were used for CPB control in Croatia. No data exists that reports resistance to the neonicotinoids, although producers and extension specialists from time to time report on lack of its effectiveness.

The **Codling moth** (CM) is a major pest infecting apples, both in Croatia and abroad. During the last two centuries it dispersed globally with the spread of the cultivation of apples and pears (Franck et al., 2007). It is one of the most successful pest insect species known today (Thaler et al., 2008). Over 70% of the insecticide treatments in apple orchards are currently applied to control CM populations. As a consequence of these treatments, CM has developed resistance to various groups of synthetic insecticides in the USA and Europe (Franck et al., 2007). Currently, the resistance spectrum of some CM populations has increased dramatically, including to neonicotinoids and environmentally favourable avermectins (Reyes et al., 2007). An additional problem has materialized with the development of cross-resistance due to the simultaneous development of resistance to several chemical groups of insecticides. The preliminary genetic structure of CM populations was recently studied in Croatia using microsatellite markers (Pajač et al., 2011). Franck et al. (2007) used these microsatellites to estimate the level of genetic structure found among CM populations from France. The results showed low genetic differentiation among populations and a marginal impact of insecticide treatments (selection) on the allelic richness of CM. Although Croatian scientists found low genetic differentiation among sampled populations, there was significant partitioning of genetic variation within individuals (70 - 98%) between treated and non-treated CM populations. By conducting genetic monitoring, it was possible to identify allelic variation across the agricultural landscape and thus provide baseline allelic data that can be used in further genetic studies. A wide range of methods for the detection of metabolic resistance and genetic mutations in resistant populations of CM have been used (Reyes et al., 2007). To date no information on CM resistance in Croatia are available.

The resistance management strategies should be in place for all three pests (WCR, CPB and CM) and they shall ensure the long-term effectiveness of pest suppression. Although some preliminary data on resistance in all three species exists, no systematic monitoring of insect pest resistance has been undertaken in Croatia to date.

### **Resistance monitoring**

Regular monitoring for insecticide resistance is essential in order to react proactively to prevent insecticide resistance from compromising control. If the frequency of resistance alleles builds up unchecked, resistance may eventually become 'fixed' in populations. Once resistance reaches high levels, strategies to restore susceptibility are unlikely to be effective.



Only by monitoring, characterizing and predicting the appearance and spread of resistance we can hope to use existing chemical tools in a sustainable manner (Liu, 2012).

Currently most resistance monitoring is dependent on **bioassays** and the data is reported as percentage mortality and/or Knock Down (KD) effect (WHO, 2012). It is possible to use fixed dose concentrations or to conduct the dose response assays. Additionally, the resistance could be detected by **biochemical assays** to detect activity of enzymes associated with insecticide resistance or by **molecular assays** to detect resistant alleles. Each of available methods has advantages and disadvantages; bioassays are either not sensitive enough (if fixed concentrations are used) or require large numbers of live insects, while biochemical and molecular methods are not available for all types of resistance or requires specialized and costly equipment (Corbel and N'Guessan, 2013). As it is underlined by IRAC Methods team (IRAC, 2017), the availability of standard, validated and easy-to-run methods for resistance detection in the world's major insect pests is crucial for successful monitoring of resistance problems.

Recent advances in **geometric morphometric techniques** (GMM) (i.e., shape analysis) renders the quantification of insect morphology (size and shape) a readily accessible tool for investigating population or geographic differences. It has been shown that metric properties such as wing shape and size are the first morphological characters to change as the adults traits are reflection of the influence of both environmental and genetic factors (Bouyer et al., 2007) thus making them an ideal technique to detect and monitor population variation and resistant variants (e.g., Mikac et al. 2013). Genetic and GMM monitoring of corn rootworm was recently proposed and conducted to establish baseline allelic, haplotype, wing shape and size information on corn rootworm in the USA and Europe (Ivkosic et al., 2014; Lemic et al., 2013; 2015). Using both nuclear microsatellite and mitochondrial DNA, it was possible to produce an inventory of corn rootworm alleles and haplotypes (Lemic et al., 2015) and wing shape and size by region and crop type (Bt maize or soybean-maize rotated) (Mikac et al., 2013; Lemic et al., 2014). In conducting genetic and GMM monitoring, it is possible to identify the addition or deletion of alleles and haplotypes and the variation in wing size and shape by region, and in doing so, identify the movement of resistant variants into previously unoccupied regions both within the USA and Europe (Mikac et al., 2013). By analysing the body shape of the target pests it shall be possible to demonstrate the invasive adaption of the traits to the different geographic locations. An additional GMM method called fluctuating asymmetry shall also be used as a tool to detect developmental stability and the relationship between resistant and non-resistant individuals (Lemic et al., 2014). Further to the use of GMM as a monitoring tool, it is possible to also gain important information on basic insect ecology.

### **Resistance management strategies**

Many authors agree that with current agricultural practices, the development of insecticide resistance is inevitable. However, even though there is resistance, this does not mean the insecticide is no longer effective. With crop protection insecticides, many authors agree that it is possible to manage resistance and maintain susceptibility. The most effective strategy to combat insecticide resistance is to do everything possible to prevent it from occurring in the first place. To this end, crop specialists recommend insect resistance management (IRM) programs as one part of a larger Integrated Pest Management (IPM) approach covering three basic components: 1) monitoring pest complexes in the field for changes in population density; 2) focusing on economic injury levels; and 3) integrating multiple control strategies. IRM is the scientific approach of managing pests over the long term and preventing or delaying pest evolution towards resistant populations and minimizing the negative impacts

of resistance on agriculture (Onstad, 2007). The basic strategy for IRM is to incorporate as many different control strategies as possible for a particular pest including the use of synthetic insecticides, biological insecticides, beneficial insects (predators/parasites), cultural practices, transgenic plants (where allowed), crop rotation, pest-resistant crop varieties and chemical attractants or deterrents.

Among biological control approaches against WCR, the use of entomopathogenic nematodes (EPNs) has been quite successful (Toepfer et al., 2010). EPNs have a wide host range including larvae of the WCR (Jackson, 1996). They actively search for a host and are safe to humans and the environment (Ehlers, 2003). Although commercial strains are available, indigenous EPN isolates may be more adapted to the local environment, highly virulent and having high recycling potential within the insect host (Kumar et al., 2015).

Resistance management efforts for CPB focus primarily on using pest management procedures, including crop rotation, scouting and action thresholds to minimize the use of insecticides in conjunction with resistance monitoring and rotations of insecticides with different modes of action (Dively et al., 1998). Additionally, other approaches including cultural control (crop rotation, area-wide CPB management strategy, employing barriers, mulching etc.), semiochemical-based strategies and biological control (microbiological insecticides and natural enemies) have developed over time. Variable suppression of CPB populations was achieved after application of the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* Weiser (Stewart et al., 1998). Ebrahimi et al. (2011) found that sublethal nematode concentrations (*S. feltiae* and *H. bacteriophora*) caused wing deformation and delayed metamorphosis which may affect CPB adult fitness and have a long term negative effect on populations.

IRM for codling moth is a part of IPM and is based on the application of environmentally and toxicologically acceptable treatments with an emphasis on the application of ecologically friendly, alternative and non-chemical control methods such as using EPNs and pheromones (attract-and-kill methods and mating disruption: Ciglar et al. 2000) as well as different netting structures (Pajač Živković et al., 2015).

### **MONPERES –project funded by Croatian Science Foundation**

In 2017, Croatian Science Foundation approved the project „Monitoring of Insect Pest Resistance: Novel Approach for Detection, and Effective Resistance Management Strategies“ (MONPERES). The **overarching objective** of the proposed project is to **detect and monitor** resistant variants, **optimize genetics and explore the reliability of geometric morphometric (GMM) based survey** techniques for the detection of genetic differentiation correlated with resistance development, and to **maintain effective control using appropriate IRM strategies** of economically important arable crop pests, WCR, CPB and most important perennial pest CM. This will be achieved by meeting the specific objectives as it is shown by Figure 2.

Having reliable data on resistance mapping of important agricultural pests to the most common insecticides used for their control is of the fundamental importance to Croatian agriculture and plant protection specialists and primary producers. The project and associated results could serve as a showcase of best practise in pest resistance monitoring and management in the EU. This project would result in the development and establishment of reliable methodologies for the detection and monitoring of WCR, CPB and CM variants and the data and research published from it would have global relevance, applicability and use. The international importance and innovative character of the proposed research is related to the use of established techniques (i.e. population genetics and GMM) in a novel

way for the detection and monitoring of resistant variants. This approach to detecting and monitoring insect pests is completely novel. Likewise, the use of morphological changes as a method to detect and monitor resistant variants is both novel and innovative in its application and use. Comparatively, GMM are both inexpensive and user friendly. GMM procedures and techniques are relatively straightforward and easy to use, requiring minimal financial outlay and expert instruction and equipment, making them an ideal method to detect and monitor resistant variants.

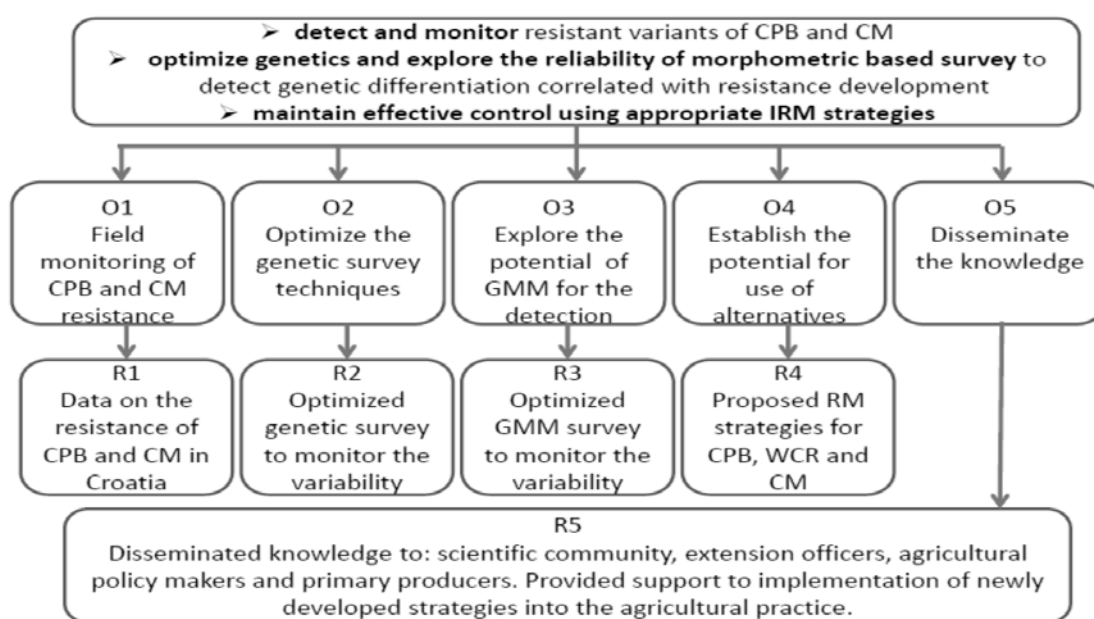


Figure 2. MONPERES objectives and expected results

## Conclusions

The detection and monitoring of resistant variants conducted in this project is the first step towards the implementation of anti-resistant strategies and sustainable use of pesticides. This will enable co-ordination of WCR, CPB and CM sensitivity monitoring in Croatian arable and perennial crops, using validated methodologies. The strategies that will be investigated within the framework of this project are in line with the new scientific development and knowledge on a pests' life cycle, chemical ecology and new developments related to the use of natural enemies.

## Acknowledgement

This research was financially supported by the Croatian Science Foundation: „Monitoring of Insect Pest Resistance: Novel Approach for Detection, and Effective Resistance Management Strategies“ (MONPERES). Project No: P-2016-06-7458

## Literature

- Alyokhin, A., Dively, G., Patterson, M., Castaldo, C., Rogers, D., Mahoney, M., Wollam, J. (2007). Resistance and cross-resistance to imidacloprid and thiamethoxam in the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata*. *Pest Manag. Sci.* 63:32-41.
- Bača, F. (1994). New member of the harmful entomofauna of Yugoslavia *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera, Chrysomelidae). *Z. Bilja*, 45: 125-131.
- Ball, H.J., Weekman, G.T. (1963). Differential resistance of corn rootworms to insecticides in Nebraska and adjoining states. *J. Econ. Entomol.* 56(3): 553-555.

- Bažok, R., Lemić, D. (2017). Rezistentnost štetnika na insekticide. Glasilo biljne zaštite, vol. XVII (5): 429-438.
- Bažok, R., Igrc Barčić, J., Edwards, C.R. (2005). Effects of proteinase inhibitors on western corn rootworm life parameters. J. Appl. Entomol. 129(4): 185-190.
- Bažok, R., Sivčev, I., Kos, T., Igrc Barčić, J., Kiss, J., Janković, S. (2011). Pherocon AM Trapping and the “Whole Plant Count” Method; A Comparison of Two Sampling Techniques to Estimate the WCR Adult Densities in Central Europe. Cereal Res. Commun. 39(2): 299-306.
- Benítez, A.H., Lemić, D., Bažok, R., Gallardo-Araya, M.C., Mikac, M.K. (2014). Evolutionary Directional Asymmetry and Shape Variation in *Diabrotica v. virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae): an example using hind wings. Biol. J. Linnean Soc. 111: 110-118
- Bouyer, J., Ravel, S., Dujardin, J.P., De Meeus, T., Via, L., Thévenon, S., Guerrini, L., Sidibé, I., Solano, P. (2007). Population structuring of *Glossina palpalis gambiensis* (Diptera: Glossinidae) according to landscape fragmentation in the Mouhoun river, Burkina Faso. J. Med. Entomol., 44: 788–795.
- Ciglar, I. 1998. Integrirana zaštita voćaka i vinove loze. Zrinski, Čakovec
- Ciglar, I., Barić, B., Tomšić, T., Šubić, M. (2000). Suzbijanje jabukovog savijača (*Cydia pomonella*) metodom konfuzije. Agronomski glasnik, 1-2: 85-93.
- Ciosi, M., Miller, N.J., Toepfer, S., Estoup, A., Guillemaud, T. (2010). Stratified dispersal and increasing genetic variation during the invasion of Central Europe by the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera*. Evol. Appl., 4: 54-70.
- Corbel, V., N’Guessan, R. (2013). Distribution, Mechanisms, Impact and Management of Insecticide Resistance in Malaria Vectors: A Pragmatic Review, *Anopheles* mosquitoes - New insights into malaria vectors, Manguin, S. (Ed.), DOI: 10.5772/56117. <<http://www.intechopen.com/books/anopheles-mosquitoes-new-insights-into-malaria-vectors/distribution-mechanisms-impact-and-management-of-insecticide-resistance-in-malaria-vectors-a-pragmat>>. Accessed 10th September 2014
- Dively, G.P., Follett, P.A., Linduska, J.J., Roderick, G.K. (1998). Use of imidacloprid-treated row mixtures for Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) management. Journal of Economic Entomology, 91(2): 376-387.
- Ebrahimi, L., Niknam, G., Lewis, E.E. (2011). Lethal and sublethal effects of Iranian isolates of *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora* on the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. BioControl, 56(5): 781-788.
- Ehlers, R. U. (2003). Biocontrol nematodes. In: Environmental impacts of microbial insecticides (Hokkanen, H. M. T. and Hajek, A. E. eds). Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, NL, 177–220.
- Franck, P., Reyes, M., Olivares, J., Sauphanor, B. (2007). Genetic architecture in codling moth populations: comparison between microsatellite and insecticide resistance markers. Molecular Ecology, 16: 3554–3564.
- Gassmann, A.J., Petzold-Maxwell, J.L., Keweshan, R.S., Dunbar, M.W. (2011). Field-Evolved Resistance to Bt Maize by Western Corn Rootworm. PLoS One, 6(7): e22629. doi: 10.1371/journal.pone.0022629.
- Hare, J. D. (1990). Ecology and management of the Colorado potato beetle. Ann. Rev. Entomol. 35: 81-100.
- Igrc Barčić, J., Bažok, R., Edwards, C.R., Kos, T. (2007). Western corn rootworm adult movement and possible egg laying in fields bordering maize. J. Appl. Entomol. 131(6): 400-405.
- IRAC (2017): Insecticide Resistance Action Committee. Available from: <http://www.iraconline.org/about/resistance/mechanisms/> (Accessed 10th 08 2017)
- Ivkosic, S.A., Gorman, J., Lemic, D., Mikac, K.M. (2014). Genetic Monitoring of Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) Populations on a Microgeographic Scale. Environ. Entomol., 43 (3): 804-818.
- Jackson, J.J. (1996). Field performance of entomopathogenic nematodes for suppression of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. 89: 366-372.
- Kiss, J., Komaromi, J., Bayar, K., Edwards, C.R., Hatala-Zseller, I. (2005). Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) and the crop rotation systems in Europe. In: Western

- Corn Rootworm: Ecology and Management, Wallingford, UK (ed. S Vidal, U Kuhlman, CR Edwards):189–220.
- Knolhoff, L.M., Onstad, D.W., Spencer, J.L., Levine, E. (2006). Behavioral differences between rotation resistant and wild-type *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environ. Entomol.* 35:1049–57
- Kumar, P., Sudershan, G., Vishal Singh, S. (2015). Identification of virulent entomopathogenic nematode isolates from a countrywide survey in India. *International Journal of Pest Management*, 61(2): 135-143, doi: 10.1080/09670874.2015.1023869
- Lemic, D., Benítez, H.A., Bazok, R. (2014). Intercontinental effect on sexual shape dimorphism and allometric relationships in the beetle pest *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae). *Zool. Anz.*, 253: 203-206.
- Lemic, D., Mikac, K.M., Ivkovic, S.A., Bažok, R. (2015). The Temporal and Spatial Invasion Genetics of the Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) in Southern Europe. *PLoS ONE*, 10 (9): e0138796. doi:10.1371/journal.pone.0138796
- Levine, E., Spencer, J.L., Isard, S.A., Onstad, D.W., Gray, M.E. (2002). Adaptation of the western corn rootworm to crop rotation: evolution of a new strain in response to a management practice. *Am. Entomol.*, 48: 94–107.
- Liu, N. (2012). Pyrethroid Resistance in Insects: Genes, Mechanisms, and Regulation, *Insecticides - Advances in Integrated Pest Management*, Perveen, F. (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/28737. Available from: <https://www.intechopen.com/books/insecticides-advances-in-integrated-pest-management/pyrethroid-resistance-in-insects-genes-mechanisms-and-regulation>. Accessed: 1st September 2014
- Maceljski, M., Igrc, J. (1992-94). Studies on the efficacy of some insecticides against the Colorado Potato Beetle in the years 1986-1990. *Ziemniak, Bonin*: 33-51.
- Mikac, K.M., Douglas, J., Spencer, J.L. (2013). Wing shape and size of the western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) is related to sex and resistance to soybean-maize crop rotation. *J. Econ. Entomol.*, 106(4): 1517-1524.
- Miller, N.J., Kim, K.S., Ratcliffe, S.T., Estoup, A., Bourguet, D., Guillemaud, T. (2006). Absence of genetic divergence between western corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae) resistant and susceptible to control by crop rotation. *J. Econ. Entomol.* 99(3):685–690
- Onstad, D. (2007). Major Issues in Insect Resistance Management. In: *Insect Resistance Management- Biology, Economics and Prediction* (D. Onstad, ed.). Academic Press, 1-16.
- Onstad, D.W., Crowder, D.W., Isard, S.A., Levine, E., Spencer J.L., et al. (2003). Does landscape diversity slow the spread of rotation-resistant western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae)? *Environ. Entomol.* 32:992–1001.
- Pajač, I., Barić, B., Šimon, S., Mikac, K. M., Pejić, I. (2011). An initial examination of the population genetic structure of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) in Croatian apple orchards. *Journal of food agriculture & environment*, 9 (3/4): 459-464.
- Pajač Živković, I., Jemrić, T., Fruk, M., Buhin, J., Barić, B. (2016). Influence of Different Netting Structures on Codling Moth and Apple Fruit Damages in Northwest Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 81(2), 99-102.
- Parimi, S., Meinke, L.J., French, W.B., Chandler, L.D., Siegfried, B.D. (2006). Stability and persistence of aldrin and methyl-parathion resistance in western corn rootworm populations (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.*, 25: 269–274.
- Pereira, A.E., Souza, D., Zukoff, S.N., Meinke, L.J., Siegfried, B.D. (2017). Cross-resistance and synergism bioassays suggest multiple mechanisms of pyrethroid resistance in western corn rootworm populations. *PLoS ONE* 12(6): e0179311. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179311>
- Reyes, M., Franck, P., Charmillot, P-J., Ioriatti, C., Olivares, J., Pasqualini, E., Sauphanor, B. (2007). Diversity of insecticide resistance mechanisms and spectrum in European populations of the codling moth, *Cydia pomonella*. *Pest Manag. Sci.*, 63 (9): 890-902.
- Stewart, J.G., Boiteau, G., Kimpinski, J. (1998). Management of late-season adults of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) with entomopathogenic nematodes. *Can. Entomol.* 130(4): 509-514.
- Thaler, R., Brandstätter, A., Meraner, A., Chabicovski, M., Parson, W., Zelger, R., Dalla Via, J., Dallinger, R. (2008). Molecular phylogeny and population structure of the codling moth (*Cydia*

- pomonella*) in Central Europe: II. AFLP analysis reflects human-aided local adaptation of a global pest species. *Mol. Phylogenet. Evol.* 48: 838–849.
- Toepfer, S., Burger, R., Ehlers, R.U., Peters, A., Kuhlmann, U. (2010). Controlling western corn rootworm larvae with entomopathogenic nematodes: Effect of application techniques on plant scale efficacy. *J. Appl. Entomol.* 134: 467-480.
- Wangila, D.S., Gassmann, A.J., Petzold-Maxwell, J.L., French, B.W., Meinke, L.J. (2015). Susceptibility of Nebraska Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) populations to Bt corn events. *J. Econ. Entomol.* 108 (2): 742-751
- Whalon, M.E., Mota-Sanchez, D., Hollingsworth, R.M. (2013). Arthropod pesticide resistance data base. <<http://www.pesticideresistance.org/>>. Accessed 15th July, 2014
- WHO (2012). Global Plan for Insecticide Resistance Management in Malaria Vectors (GPIRM), WHO World Health Organization, Geneva, <[http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789241564472\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789241564472_eng.pdf)>. Accessed 2nd September 2014
- Wright, R.J., Scharf, M.E., Meinke, L.J., Zhou, X., Siegfried, B.D., Chandler, L.D. (2000). Larval Susceptibility of an Insecticide-Resistant Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) Population to Soil Insecticides: Laboratory Bioassays, Assays of Detoxification Enzymes, and Field Performance, *J. Econ. Entomol.* 93(1):7–13.

## Rezistentnost štetnika na insekticide- uzroci, posljedice i moguća rješenja

### Sažetak

Pojava rezistentnosti može imati veliki utjecaj na poljoprivrednu proizvodnju. U posljednje vrijeme raste svijest o potrebi da ovaj problem razumiju svi uključeni u proizvodnju: znanstvenici, stručnjaci, djelatnici Ministarstva i poljoprivredni proizvođači. U ovom radu opisat će se razvoj rezistentnosti, raspraviti posljedice ove pojave i predložiti učinkovite strategije sprječavanja rezistentnosti za tri važna štetnika u Hrvatskoj: kukuruznu zlasticu (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte), krumpirovu zlasticu (*Leptinotarsa decemlineata* Say) i jabučnog savijača (*Cydia pomonella* L.).

**Key words:** jabučni savijač, krumpirova zlatica, kukuruzna zlatica, upravljanje rezistentnošću insekticida



**Agroekologija,  
ekološka poljoprivreda  
i zaštita okoliša**

**01**

**Agroecology,  
Organic Agriculture  
and Environment  
Protection**





## Dimensioning of contour and riparian buffer strips

Jaroslav Antal, Elena Kondrlová

*Slovak Agriculture University in Nitra, Horticulture and Landscape Engineering Faculty,  
Department of Biometeorology and Hydrology, Hospodárska 7, 949 06 Nitra, Slovak Republic  
(e-mail: jaroslav.antal@uniag.sk)*

### Abstract

Localization, width and vegetation cover of contour and riparian buffer strips depends on their planned purpose. Considering that the localization of riparian buffer strips (RBS) is already determined by location of the stream, it is necessary to design their width and eventually propose vegetative species selection. Currently, there are only recommended numerical values of RBS width used in the practice. Contour buffer strips (CBS) are often placed in the direction of contour lines. The distance between them may not exceed the so-called critical slope length. The aim of this contribution is to provide the information on the methods of buffer strips dimensioning in Slovakia. Two more detailed and accurate methods of buffer strip width determination were proposed. Since they take into consideration the environmental characteristics of the adjacent slope, there is a higher probability that the designed buffer strip will meet the requirements on the proposed environmental functions.

**Key words:** *buffer strips, width of the buffer strips, localization of the buffer strips, critical slope length, Runoff Curve Number method*

### Introduction

To combat soil erosion processes, buffer strips are used as one of the erosion control measures with less requirements for dimensioning (Antal et al., 1994). The National Resource Conservation Service in the USA defines conservation buffers in general “as small areas or strips of land in permanent vegetation, designed to intercept pollutants and manage other environmental concerns. Buffers include: riparian buffers, filter strips, grassed waterways, shelterbelts, windbreaks, living snow fences, contour grass strips, cross-wind trap strips, shallow water areas for wildlife, field borders, alley cropping, herbaceous wind barriers, and vegetative barriers” (Buefler, 2005).

Contour buffer strips (CBS) are strips of perennial vegetation alternated down the slope with wider cultivated strips that are farmed on the contour. CBS are usually narrower than the cultivated strips. They are being established on cropland subject to sheet and rill erosion. They are most suitable on uniform slopes ranging from 4 to 8 percent but can be used on steeper sloping land. These narrow strips are not part of the normal crop rotation. Runoff slows down and sediment, nutrients, pesticides, and other contaminants are removed from it as they pass through the CBS (NRCS, 2011).

Riparian buffer strips (RBS) and buffer zones are multifunctional elements of rural landscapes that have several ecological benefits in addition to the water purification. Riparian biotopes have the following essential functions, for example (Kuusemets et al., 2000):

- (1) purifying of polluted overland and subsurface flow from intensively managed adjacent agricultural fields;
- (2) protecting banks of water bodies against erosion, etc.

Moreover buffer zones can purify in general the overland and subsurface water from suspended solids, organic matter, nitrogen and phosphorus (e.g. Antal et al., 1994; Kuusemets et al., 2000; Buffler, 2005).

By technical or long term erosion control measures their placement and dimension have to be taken into account during the process of their design. According to the literature reviewed by Buffler (2005) it is strongly suggested that buffer width is the most important factor influencing removal of contaminants. A range of buffer variables including attributes related to topography, soil, hydrology, and vegetation that affect buffer function and thus width are presented in the scientific literature. Localization, width and vegetation cover of contour and buffer strips depend on their planned purpose (Antal, 1985). For example Buffler (2005) presents summary of buffer width recommendations according to selected contaminants. While for particulate sediment trapping buffers with width from 3 up to 10 m should be sufficient (especially if consisting from grass), their width should be from 20 up to 40 m to trap mostly soluble nitrogen. CBS, as their name indicates, are most commonly placed in the direction of contour lines. Considering that the localization of RBS is already determined by location of the stream, it is necessary to dimension their width, eventually propose vegetative species cover also as a function of bonded slope length, exploitation, intensity and duration of design rainfall, soil hydrologic group etc.

The aim of this contribution is to provide the information on the methods of buffer strips dimensioning in Slovakia and propose more detailed and accurate methods of buffer strip width determination.

## Material and methods

Currently there is no equation used in practice to calculate the width of the CBS and RBS in Slovakia. Specific recommended values apply in the dimensioning, where a width of RBS is usually determined by more or less accurately defined characteristics of watercourses and the adjacent areas, e.g.:

- (1) the minimum width of 3 m if the runoff is not the main problem (Schulz et al., 1997);
- (2) the minimum width of 6 m if the vegetation strip is also supposed to reduce (capture) the transport of eroded soil particles into water bodies (Schulz et al., 1997);
- (3) the minimum width of 20 m if the vegetation strip is supposed to reduce the penetration of agricultural chemicals into water bodies (Schulz et al., 1997);
- (4) the minimum width dependent on the category of the watercourse, namely 4 m for the water course narrower than 10 m, 6 m for watercourses from 10 to 50 m wide, and 10 m for watercourses of which the width between bank lines is greater than 50 m (Muchová et al., 2009);
- (5) the recommended width ranges between 2 m up to 26 m, depending on the slope of the riparian buffer strip and on the water erosion intensity on the adjacent areas (Muchová et al., 2009).

Considering the drawing in Figure 1, there is a high probability that the size of contributing area per unit length of contributing area is not equivalent under natural conditions, while for the local slope length –  $L_P$  e.g. between the watershed boundary and the water course usually applies that  $L_{P,1} \neq L_{P,2} \neq L_{P,3} \neq \dots \neq L_{P,n}$ .

Although it is obvious, that the width of the buffer strip cannot be constant, none of the approaches of strip width determination described above take into account this fact, neither possible different landuse of the adjacent slope, intensity and duration of design rainfall, hydrological soil properties, as well as the desired function and the desired effectiveness of the proposed RBS/CBS.

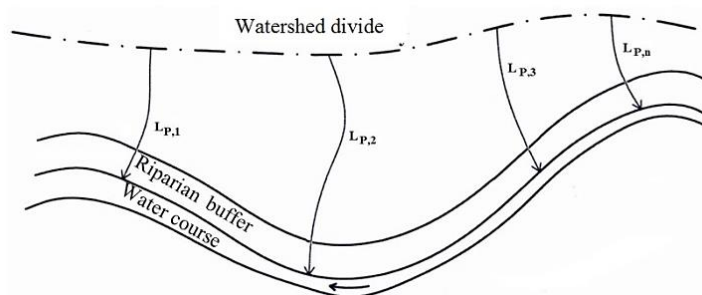


Figure 1. The Length of Local Slopes between the Watershed Divide and the Water Course –  $L_{P,n}$  (Source: Muchová, Antal, 2013, modified by authors)

If the design of strips (RBS as well as CBS) is not limited, the distance between them, or distance of the first CBS from the watershed divide may not exceed the so-called critical slope length –  $L_{cr}$ . It also specifies the maximum slope length upslope the RBS. The critical slope length –  $L_{cr}$  is usually calculated by using of the Universal Soil Loss Equation (USLE) modified into the form of Equation 1 (Muchová, Antal, 2013):

$$L_{cr} = 22,13 * \alpha \sqrt{\frac{T_v}{R \cdot K \cdot S \cdot C \cdot P}} \quad (1)$$

where:

$L_{cr}$  – critical slope length (m)

$T_v$  – value of tolerated soil loss ( $t \cdot ha^{-1}$ )

$\alpha, R, K, S, C, P$  – erosion factors for USLE (Wischmeier and Smith, 1978)

This paper proposes approaches to calculate the minimum buffer strips width -  $D_{min}$ , which take into account not only the characteristics of adjacent areas (e.g. slope length, slope gradient and land management on the slope, intensity and duration of design rainfall, soil hydrologic properties, etc.), but also the required RBS/CBS functions (e.g. required reduction of transported soil particles and water-soluble contaminants).

## Results and discussion

Considering the environmental conditions of the site in more detail, two approaches can be used to calculate  $D_{min}$ . Firstly, the width of CBS is a function of the  $L_{cr}$ , design rainfall intensity –  $i_{R,d}$ , infiltration rate to protected soil between two CBS –  $v_{i,L}$  and infiltration rate to soil at CBS –  $v_{i,D}$  (Equation 2) (Cablík and Jůva, 1963).

$$D_{min} = L_{cr} * (i_{R,d} - v_{i,L}) / (v_{i,D} - i_{R,d}) \quad (2)$$

The second approach is considered to be more accurate, because it takes into account not only  $L_{cr}$  and depth of design rainfall, but also the Runoff Curve Number (CN) (Chow, 1964). To estimate CN value, the hydrologic soil group (A,B,C,D), land use, quality of surface cover and soil management at the study area are also considered. CN indicates the potential retention of the watershed - A (Equation 3) (Antal 1985) and the depth of surface runoff -  $H_s$  (Equation 4) (Antal, 1985) for the specific (natural or design) rainfall depth -  $H_{R,d}$ . The higher the CN value, the higher the potential for runoff.

$$A = 25.4 * (1000 / CN - 10) \quad (3)$$

$$H_s = (H_{R,d} - 0.2 * A)^2 / (H_{R,d} + 0.8 * A) \quad (4)$$

Knowing the required local properties of the protected area in between the CBSs (area L) and the properties of CBSs (area D),  $D_{min}$  can be calculated by set of equations (Equation 5 - 8) as it was published in Antal (1985):

$$D_{min} = L_{cr} * [H_{s,L} / (0.2 * A_D - H_{R,d})] \quad (5)$$

$$H_{s,L} = (H_{R,d} - 0.2 * A_L)^2 / (H_{R,d} + 0.8 * A_L) \quad (6)$$

$$A_L = 25.4 * (1000 / CN_L - 10) \quad (7)$$

$$A_D = 25.4 * (1000 / CN_D - 10) \quad (8)$$

where:

$H_{s,L}$  – surface runoff depth from area in between the CBSs (protected area) calculated as a function of its CN value of the protected area ( $CN_L$ ) (mm)

$A_D$  – potential retention of CBS calculated as a function of its CN value ( $CN_D$ )(mm)

$H_{R,d}$  – depth of design rainfall (mm)

If equation (5) is to be true, it should be valid that (Antal, 1985):

$$0.2 * A_D - H_{R,d} > 0 \quad \text{resp.} \quad 0.2 * [25.4 * (1000 / CN_D - 10)] - H_{R,d} > 0 \quad (9)$$

CN value of the CBS ( $CN_D$ ) can be mathematically expressed from equation (9) as follows (Antal, 1985):

$$CN_D < 5080 / (H_{R,d} + 50.8) \quad (10)$$

Equation (10) can be used to select the most suitable crop for the CBS as a function of depth of design rainfall and hydrologic soil group (according to content of soil particles of I. category) (Figure 2). The nomogram can also be used for estimation of  $CN_L$  value of the area in between the buffer strips (Antal et al., 1994).

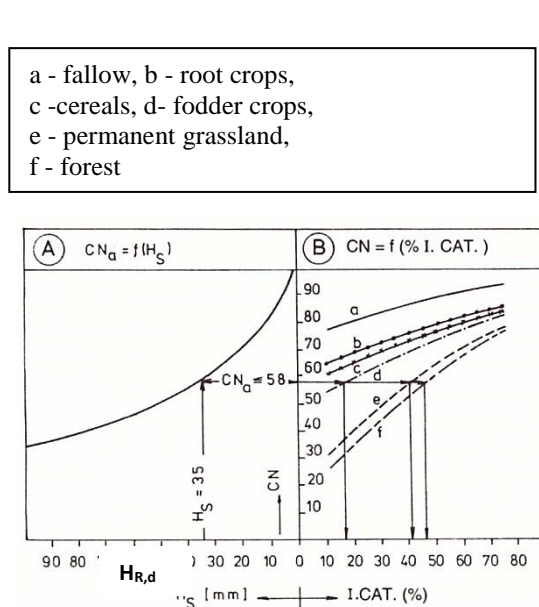


Figure 2. Nomogram for the Determination of the Best Crops for the Buffer Strip according to the Depth of Design Rainfall -  $H_{R,d}$  and the Content of Soil Particles of I. Category ( $< 0.01$  mm).

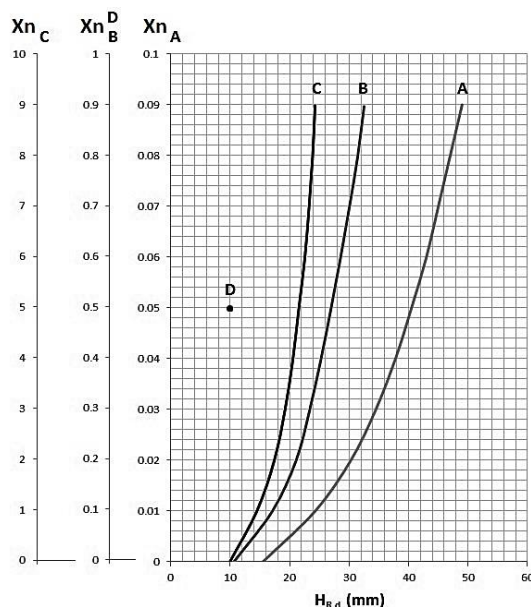


Figure 3. The Relationship of Dimensionless  $X_n$  (y axes), Depth of Design Rainfall -  $H_{R,d}$  and the Hydrological Soil Groups (A, B, C, D) (Source: Muchová, Antal, 2013, modified by authors)

If  $L_{cr}$  is replaced by  $L_{P,n}$  than the Equation (5) can be rearranged to the form (Muchová, Antal, 2013):

$$X_n = D_n / L_{P,n} \geq H_{s,L} / (0.2 * A_D - H_{R,d}) \quad (11)$$

where:

$X_n$  - dimensionless ratio between width of buffer strip and its adjacent slope length

$D_n$  – width of buffer strip (m)

$L_{P,n}$  – the length of the adjacent slope between watershed divide and watercourse (m)

## Conclusion

The derived equation (11) to calculate the width of RBS takes into account the most important characteristics of the area of interest such as land use as well as its hydrological and topographical characteristics. Figure 3 shows the dependence of  $X_n$  to  $H_{R,d}$  and various hydrologic soil groups in case that the adjacent slope is used as fallow.

## Acknowledgement

This study was supported by project VEGA 1/0268/14: “Integrated protection of soil and water resources in agricultural land use” and KEGA 026SPU-4/2017 “Innovative application of optic method in soil science: laser diffraction by soil texture analysis”.

## References

- Antal J. (1985). Ochrana pôdy a lesotechnické meliorácie II. Návody na cvičenia. pp. 208. Bratislava, Slovakia: Príroda.
- Antal J., Filip J., Húska D., Stred'anský J., Křovák F., Pasák M. (1994). Soil conservation and silviculture. In Soil Conservation and Silviculture. Developments in Soil Science 23, Dvořák J., Novák L. (eds.), pp. 400. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Buffler S. (2005). Synthesis of design guidelines and experimental data for water quality function in agricultural landscapes in the Intermountain West. pp. 60. Lincoln, USA: National Agroforestry Center.
- Cablík J., Jůva K. (1963). Protierozní ochrana půdy. pp. 324. Praha, Czech Republic: SZN.
- Chow W.T. (1964). Handbook of applied hydrology. New York, USA: McGraw-Hill.
- Kuusemets V., Mander Ú., Ivask M. (2000). Riparian buffer zones as ecotechnical measures to decrease nutrient losses from agricultural landscapes. In Ecosystem Service and Sustainable Watershed Management in North China. 420-435. Beijing, China.
- Muchová Z., Antal J. (2013). Pozemkové úpravy. pp. 336. Nitra, Slovakia: SPU v Nitre.
- Muchová, Z., et al. (2009). Metodické štandardy projektovania pozemkových úprav. pp. 397 Nitra, Slovakia: SPU v Nitre.
- NRCS (2011). Contour buffer strips. Iowa Conservation Practice 332. pp.4. Available from [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_006620.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_006620.pdf)
- Schulz R.C., Wray P.H., Colletti J.P., Isenhardt T.M., Rodrigues C.A., Kuehl A. (1997). Buffer strip design, establishment, and maintenance. Agriculture and Environment Extension Publications. Book 218. p.1-6. Available from [http://lib.dr.iastate.edu/extension\\_ag\\_pubs/218](http://lib.dr.iastate.edu/extension_ag_pubs/218).
- Wischmeier W.H, Smith D.D. (1978) Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning. Agriculture Handbook, no. 537. pp. 58. USA: U. S. Department of Agriculture.

## Utjecaj različitih načina obrade i gnojidbe na brzinu infiltracije, poroznost i strukturu tla

Igor Bogunović<sup>1</sup>, Ivan Dugan<sup>1</sup>, Manuel Matišić<sup>1</sup>, Sandi Chiavalon<sup>2</sup>, Ivica Kisić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska  
(ibogunovic@agr.hr)

<sup>2</sup>OPG Chiavalon, Vladimira Nazora 16, Vodnjan, Hrvatska

### Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi najpovoljniji agrotehnički zahvat na fizikalna svojstva tla. Istraživanja su provedena u dolini rijeke Raše, na melioriranim polderima. Dizajn je split-plot s obradom kao glavnim faktorom (CT-oranje, drljanje; RT1-plitka obrada rovilom; RT2-obrada u jednom prohodu), te gnojidbom kao podfaktorom: PE- komercionalna gnojiva 0.6 t/ha; gnojidba krutim stajskim gnojem u dvije razine - 15 t/ha (GKSG15) i 30 t/ha (GKSG30). Najveću poroznost bilježi RT2, a najmanju CT. Prema prosječnoj veličini strukturnih agregata najpovoljnija struktura slijedi niz RT2>CT>RT1. Infiltracija je najveća kod CT, a najmanja kod RT1. Gnojidba stajskim gnojem povećala je poroznost tla, prosječnu težinu agregata tla i infiltraciju u odnosu na komercionalna gnojiva.

**Ključne riječi:** obrada tla, kruti stajski gnoj, fizikalna svojstva tla, strukturni agregati

### Uvod

Brzina infiltracije vode, poroznost i struktura važni su čimbenici kvalitete tla. Njihova varijabilnost u ekosustavima je izražena, dok u poljoprivrednim tlima predstavljaju važan čimbenik pogodnosti tla za korijenov razvoj, odnos voda-zrak, te prinose kultura. Ipak, antropogeni utjecaj čovjeka obradom i gnojidbom može znatno promijeniti poroznost, stabilnost i veličinu strukturnih agregata, a samim time i vodno-zračne retencijske sposobnosti. Figueiredo i sur. (2017.) na ilovastim tlima bilježe manju makroporoznost i ukupnu poroznost na tretmanu s plitkom obradom u odnosu na konvencionalnu obradu oranjem. Blanco-Canqui i sur. (2017.) na praškasto glinasto ilovastim tlima uspoređuje utjecaj oranja, tanjuranja i rahljenja na svojstva tla. Isti autori utvrđuju veću infiltraciju na oranom tretmanu u usporedbi s rahljenjem i tanjuranjem, dok se ukupna poroznost nije znatnije razlikovala među tretmanima. Forge i sur. (2016.) otkrili su da dodatak krutog stajskog gnoja pozitivno utječe na smanjenje volumne gustoće, povećanje poroznosti i agregacije tla. U ovom kontekstu, dodatak stajskog gnoja dugoročno povećava sadržaj makroagregata (>2 mm) i smanjuje sadržaj mikroagregata (<0,25 mm) (Wang i sur., 2017.).

Ipak, infiltracija, poroznost i struktura tla slabo su istraživana svojstava na ovim prostorima. Stoga je cilj ovakvih istraživanja utvrditi najpogodnije agrotehničke operacije kojim se postižu visoki i stabilni prinosi uzgoja biljaka u agroekološkim uvjetima. U ovom radu su prikazani početni rezultati istraživanja različitih načina obrade i gnojidbe u mediteranskim poljoprivrednim tlima na području Istre. Brojni autori (npr. Forge i sur., 2016.; Blanco-Canqui i sur., 2017.; Figueiredo i sur., 2017.) smatraju da različiti načini obrade i gnojidbe imaju utjecaja na promjenu veličine strukturnih agregata, infiltraciju i poroznost tla. Hipoteza istraživanja je da će obrada i gnojidba drugačije utjecati na veličinu strukturnih agregata i infiltraciju vode u tlo. Dobiveni rezultati istraživanja pružiti će smjernice o okolišno prihvatljivom gospodarenju u dolini rijeke Raše, na praškasto-glinastim melioriranim tlima.

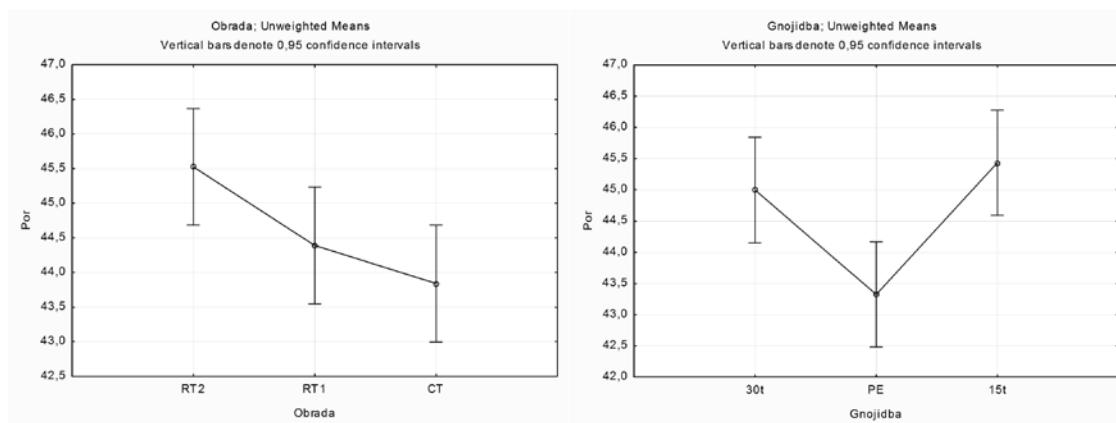
## Materijal i metode

Istraživanja su provedena u Istri, u dolini rijeke Raše (S 45° 05'; I 14° 05'). Stacionarni pokus u polju uspostavljen je 2016. godine u split-plot dizajnu u tri ponavljanja. Način obrade predstavlja glavni faktor (CT- diskosni plug do 30 cm dubine, tanjurača, rotodrljača, sjetvospremač; RT1 – plitka obrada rovilom, sjetvospremač; RT2 – obrada u jednom proходу kombiniranim oruđem, tanjuranje do 10 cm s podrivanjem do 30 cm dubine), u usporedbi s tri stupnja pod-faktora gnojidba (GKG – gnojidba peletiranim komercijalnim organskim gnojivima 0,6 t/ha, GKSG15 – gnojidba s 15 t/ha domaćim krutim stajskim gnojem i GKSG30 – gnojidba s 30 t/ha domaćim krutim stajskim gnojem).

Uzorkovanje cilindrima po Kopeckom, zapremnine 100 cm<sup>3</sup> za određivanje fizikalnih svojstava provedeno je nakon obrade i inkorporacije gnojiva. Sa svakog tretmana prikupljeno je šest cilindara (po tri s dubina 0-10 cm i 10-20 cm), ukupno 162. Određivanje poroznosti primjenjeno je prema ISO 11272:1998. Mjerenje hidrauličke provodljivosti obavljeno je automatskim infiltrometrom (DualHead infiltrometar, Decagon Devices, USA) s jednim prstenom, prema Reynolds i Elrick (1990.). Uzorci za određivanje veličine strukturnih agregata nakon pažljive pripreme prstima, zrakosuhom su sušeni, te vibracijsko prosijani u vremenu od 30 sec (prema Kemper i Rosenau, 1986; Diaz-Zoritai sur., 2002.). Svaka frakcija agregata vagana je radi određivanja njihovog udjela u tlu.

## Rezultati i rasprava

Obrada i gnojidba pokazali su značajan utjecaj na ukupnu poroznost tla ( $p < 0.05$ ). CT tretman pokazao je najmanju poroznost (43,8 %), dok je najveća na RT2 (45,5 %). Gnojidba kao faktor s tretmanom GKG bilježi najmanju poroznost (43,3 %), dok je najveća na tretmanu GKSG15 (45,43 %) (Grafikon 1).



Grafikon 1. Ukupni porozitet tla u odnosu na primjenjenu obradu (lijevo) i gnojidbu (desno)

Struktura tla prikazana je u tablica 1. Prema djelovanju obrade tla na prosjek težina-veličina agregata (engl. Mean weight diameter – MWD), RT2 se pokazala kao obrada koja ostavlja prosječno najveći udio strukturnih agregata (MWD 4,80), dok je RT1 obrada s najmanjim prosječnim udjelom strukturnih agregata (MWD 4,70). Slične vrijednosti dobivamo i usporedbom tradicionalnih postotnih udjela makro, mezo i mikroagregata u uzorcima tla. Možemo napomenuti da i tu najveći postotak makroagregata (>2 mm) bilježi tlo pod RT2 obradom (91,72 %), dok je najmanji pod RT1 (90,04 %). Udio mezoagregata (0,25-2 mm) najveći je pak na RT1 (9,53 %), dok je najmanji pod RT2 (7,80 %). Udio mikroagregata nizak je i kreće se od 0,43 % na RT1 do 0,52 % na CT. Gnojidba također utječe na formiranje



i veličinu strukturnih agregata. Vidljivo je iz rezultata da GKSG30 ima najveći MWD (4,80). Postotak makroagregata najveći je na GKSG30 (91,97 %), mezoagregata na GKSG15 (9,86 %), a mikroagregata na GKG tretmanu (0,55 %). Ovi rezultati, iako dobiveni u početnim fazama pokusa, mogu navesti da gnojidba krutim stajskim gnojem povoljnije djeluje na formiranje i stabilnost agregata u odnosu na peletirana komercijalna organska gnojiva.

Tablica 1. Prosječna težina agregata (MWD), te postotni udio mikroagregata, mezoagregata i makroagregata na tretmanima

Tretman	MWD	<2 mm (%)	0,25-2 mm (%)	<0,25 mm (%)
Gnojidba		Makroagregati	Mezoagregati	Mikroagregati
KSG30	4,80	91,97	7,62	0,41
KSG15	4,72	89,67	9,86	0,47
GKG	4,72	90,52	8,93	0,55
	<i>p&lt;0,05</i>	<i>p&lt;0,05</i>	<i>p&lt;0,05</i>	<i>p&lt;0,05</i>
Obrada				
RT2	4,80	91,72	7,80	0,48
RT1	4,70	90,04	9,53	0,43
CT	4,74	90,51	8,97	0,52
	<i>p&lt;0,05</i>	<i>p&lt;0,05</i>	<i>p&lt;0,05</i>	<i>p&lt;0,05</i>

Brzina infiltracije vode u tlo (tablica 2) je najveća na CT tretmanu (0,014990 cm/s), dok je najmanja na tretmanu RT1 (0,00800 cm/s). Lampurlanés i Cantero-Martínez (2006.) na ilovastim tlima bilježe veću provodljivost na tretmanu s podrivanjem u odnosu na plitku obradu, što se poklapa s rezultatima ovoga istraživanja. Ovi rezultati između tretmana ujedno se djelomično poklapaju s rezultatima o ukupnoj poroznosti. Naime, iako ukupna poroznost može dati orijentacijski podatak o provodljivosti, ona ne mora biti uvijek u korelaciji iz razloga što diferencijalna poroznost određuje sposobnost tla na odnos voda-zrak, a prema tome i infiltraciju tla. Slične odnose poroznosti i hidrauličke provodljivosti zabilježili su Osunbitan i sur. (2005.) na ilovasto pjeskovitim tlima Nigerije. Nadalje, gledajući gnojidbu kao faktor, najmanja infiltracija je na GKG (0,006190 cm/s), a najveća na GKSG30 (0,018000 cm/s). I obrada ( $p<0,05$ ) i gnojidba ( $p<0,01$ ) pokazali su signifikantne razlike u infiltraciji vode u tlo među tretmanima.

Promatrajući trenutne rezultate i utjecaj gnojidbe kao faktora, rezultati su u skladu s inozemnim iskustvima. Prethodna istraživanja pokazala su da unošenje krutog organskog gnojiva može povećati agregaciju (Sommerfeldt i Chang, 1985.; Paglia i sur., 2004.) i ukupnu poroznost tla (Schjonning i sur., 2002.; Zhang i sur., 2006.), iako se razlike u ukupnoj poroznosti između GKSG30 i GKSG15 nisu pokazale signifikantnima.

Tablica 2. Brzina infiltracije tla u odnosu na obradu tla i gnojidbu. Različita mala slova označavaju signifikantnu razliku između tretmana.

Tretman	Kfs (cm/s)		Tretman	Kfs (cm/s)	
Obrada		<i>P&lt;0,05</i>	Gnojidba		<i>P&lt;0,01</i>
RT2	0,01330	a	GKG	0,00619	c
RT1	0,00800	b	KSG15	0,01210	b
CT	0,01499	a	KSG30	0,01800	a

## Zaključak

Tretmani obrade i gnojidbe utjecali su na vrijednosti infiltracije, strukturu i ukupnu poroznost tla. Obrada u jednom proходу kombiniranim oruđem rezultirala je najpovoljnijim fizikalnim svojstvima izraženim kroz ukupnu poroznost i strukturu. Infiltracija je najveća kod CT, a najmanja kod RT1 i djelomično odudara od rezultata ukupne poroznosti. Stoga se buduća istraživanja trebaju usredotočiti na diferencijalnu poroznost. Gnojidba stajskim gnojem povećala je poroznost tla, strukturu i infiltraciju u odnosu na komercionalna gnojiva. Za sveobuhvatnu agrotehničku preporuku u zadanim uvjetima nužno je uključiti više čimbenika kvalitete tla i provesti više godina istraživanja.

## Napomena

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su projekta „Održive mjere gospodarenja tlom u ekološkoj poljoprivredi za klimatske uvjete mediteranske Hrvatske“ kojeg financiraju Ministarstvo poljoprivrede i OPG Chiavalon.

## Literatura

- Blanco-Canqui H., Wienhold B. J., Jin V. L., Schmer M. R., Kibet L. C. (2017). Long-term tillage impact on soil hydraulic properties. *Soil and Tillage Research*. 170: 38-42.
- Diaz-Zorita M., Perfect E., Grove J. H. (2002). Disruptive methods for assessing soil structure. *Soil and Tillage Research*. 64(1):3-22.
- Figueiredo P. G., Bicudo S. J., Chen S., Fernandes A. M., Tanamati F. Y., Djabou-Fondjo A. S. M. (2017). Effects of tillage options on soil physical properties and cassava-dry-matter partitioning. *Field Crops Research*. 204: 191-198.
- Forge T., Kenney E., Hashimoto N., Neilsen D., Zebarth B. (2016). Compost and poultry manure as preplant soil amendments for red raspberry: Comparative effects on root lesion nematodes, soil quality and risk of nitrate leaching. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 223: 48-58.
- ISO (1998) Kakvoća tla - Određivanje volumne gustoće suhog tla (ISO 11272:1998 (E)). Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Kemper W. D., Rosenau R. C. (1986). Aggregate Stability and Size Distribution. *Methods of Soil Analysis: Part 1—Physical and Mineralogical Methods, (methodsofsoilan1)*, 425-442.
- Lampurlanés J., Cantero-Martínez C. (2006). Hydraulic conductivity, residue cover and soil surface roughness under different tillage systems in semiarid conditions. *Soil and Tillage Research*. 85(1):13-26.
- Osunbitan J. A., Oyedele D. J., Adekalu K. O. (2005). Tillage effects on bulk density, hydraulic conductivity and strength of a loamy sand soil in southwestern Nigeria. *Soil and Tillage Research*. 82(1):57-64.
- Pagliai M., Vignozzi N., Pellegrini S. (2004). Soil structure and the effect of management practices. *Soil and Tillage Research*. 79:131-143.
- Reynolds W. D., Elrick D. E. (1990). Ponded infiltration from a single ring: I. Analysis of steady flow. *Soil Science Society of America Journal*. 54(5):1233-1241.
- Schjonning P., Munkholm L.J., Moldrup P., Jacobsen O.H. (2002). Modelling soil pore characteristics from measurements of air exchange: the long-term effects of fertilization and crop rotation. *European Journal of Soil Science*. 53 (2):331-339.
- Sommerfeldt T.G., Chang C. (1985). Changes in soil properties under annual applications of feedlot manure and different tillage practices. *Soil Science Society of America Journal*. 49:983-987.
- Wang Y., Hu N., Ge T., Kuzyakov Y., Wang Z. L., Li, Z., Tang Z., Chen Y., Wu C., Lou Y. (2017). Soil aggregation regulates distributions of carbon, microbial community and enzyme activities after 23-year manure amendment. *Applied Soil Ecology*: 111: 65-72.
- Zhang S., Yang X., Wiss M., Grip H., Lövdahl L. (2006). Changes in physical properties of a loess soil in China following two long-term fertilization regimes. *Geoderma*. 136(3):579-587.

## **Impact of different tillage and fertilisation treatment on soil infiltration, porosity and structure**

### **Abstract**

The aim of research was to determine the most appropriate management on soil physical properties. Research was conducted in river Raša Valley, on ameliorated polders. Design was split-plot with tillage as main factor (CT-plowing, harrowing; RT- shallow chisel tillage; RT2-one-pass tillage), and fertilization as subfactor (PE- comercial pelleted manure 0,6 t/ha; farmyard manure in two levels: 15 t/ha (GKSG15) and 30 t/ha (GKSG30)). The highest porosity had RT2, while CT had the lowest. According to MWD the best structure follows the order RT2>CT>RT1. Infiltration is the highest at CT and the lowest at RT1. Farmyard manure increased soil porosity, mean waight diameter in adition to comercial pelleted manure.

**Key words:** *organic agriculture, soil tillage, farmyard manure, Istra, crop production*

## Klijavost salate i krastavca na kompostima dobivenim iz komunalnog otpada

Nikolina Grabić, Vladimir Ivezić, Zdenko Lončarić, Brigita Popović, Meri Engler

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (vivezic@pfos.hr)*

### Sažetak

Zbog sve veće svijesti o ekologiji, komunalni otpad se koristi u svrhu dobivanja komposta. Kako bi se utvrdila kvaliteta takvog komposta ispitana je energija klijavosti krastavca (*Cucumis sativus* L.) i salate (*Lactuca sativa* L.). U istraživanju je korišteno pet supstrata, dva dobivena iz komunalnog otpada, dva dobivena iz poljoprivrednih ostataka te jedan komercijalni supstrat. Klijavost salate se pokazala osjetljivija od krastavca na različite supstrate pa je time i bolji indikator pogodnosti određenog supstrata. Indeks klijavosti kod salate pokazao je određeni obrazac, tj. bio je visok kod korištenja poljoprivrednih komposta kao i kod određenih primjesa tih komposta s tresetom dok su supstrati od komunalnog otpada pokazali određeni fitotoksični efekt tj. imali su najlošiji indeks klijavosti salate.

**Ključne riječi:** kompost, komunalni otpad, krastavac, salata, klijavost

### Uvod

Sve je učestalija praksa da se organski otpad iz obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava, ali i komunalnih tvrtki koristi u svrhu dobivanja komposta. Komunalni otpad pogodan za kompostiranje podrazumijeva gradski otpad i otpad iz kućanstva koji se sastoji od lišća, grana, suhog i uvelog cvijeća iz parkova, groblja i vrtova, suhu i svježiju travu, otpad s tržnica i restorana, itd. (Vukobratović i sur., 2015.). Podaci o gospodarenju s komunalnim biorazgradivim otpadom za Republiku Hrvatsku trenutno postoje samo do 2014. godine. Po tim podacima u 2014. godini na odlagalištima diljem Republike Hrvatske odložilo se 819 757 tona biorazgradivog komunalnog otpada što je za 5,8 % manje nego u godini prije (HAOP, 2016.).

Globalna inicijativa je koristiti komunalni organski otpad, ali i otpad iz poljoprivredne proizvodnje kao supstrat u poljoprivrednoj proizvodnji tj. kao materijal za kompostiranje. Ostaci iz poljoprivrede tj. otpad iz poljoprivrede oduvijek je bio glavna komponenta kompostiranja (Kulcu i Yaldiz, 2014.), no sve je više istraživanja koja razmatraju korištenje komunalnog organskog otpada za proizvodnju komposta (Wei i sur., 2017.).

Supstrati često imaju visok i nepovoljan pH što može štetno utjecati na klijavost. Izazov u proizvodnji supstrata je pronaći način kako sniziti visoku pH reakciju supstrata. Jedan od pristupa mogao bi biti korištenje treseta, tj. umješavanje treseta koji ima nizak pH u komposte čime bi se pokušalo postići snižavanje pH vrijednosti supstrata. Treset čine naslage odumrlog i slabo razloženog biljnog materijala nastale na područjima gdje se često zadržava voda te se tako stvaraju redukcijski uvjeti i kisela reakcija. Prednosti su mu što zadržava vlagu u sušnim uvjetima te poboljšava strukturu teških tala, čineći ih rahlijima. Nije plodan, ali može zadržavati hraniva. Izaziva kiselu reakciju i koristi se za smanjivanje pH vrijednosti tla.

Cilj istraživanja je utvrditi kvalitetu supstrata dobivenih iz komunalnog otpada i njihovih primjesa s tresetom promatrajući energiju klijavosti salate (*Lactuca sativa* L.) i krastavca (*Cucumis sativus* L.).

### Materijal i metode

U istraživanju je korišteno pet supstrata, dva komposta nastala korištenjem ostataka iz poljoprivrede: kompost 1 (smjesa digestata, stajskog gnojiva i otpada sa zelenih površina) i kompost 2 (stajsko gnojivo i otpad sa zelenih površina), dva komposta nastala korištenjem komunalnog otpada (organski otpad iz parkova – lišće i grane): komunalni kompost 1 (u razgradnji je korišten mikrobiološki preparat) i komunalni kompost 2 (bez mikrobiološkog preparata) te jedan komercijalni supstrat kao referentni materijal. Supstrati dobiveni iz komunalnog otpada i supstrati dobiveni od poljoprivrednih ostataka kombinirani su s tresetom u različitim omjerima tako da se sveukupno istražilo 12 različitih kombinacija supstrata i jedan komercijalni supstrat.

Istraživani supstrati i njihove kombinacije s primjesom treseta (izraženo u %):

- 1 Kompost1
- 2 Kompost1/treset 75-25
- 3 Kompost1/treset 50-50
- 4 Kompost2
- 5 Kompost2/treset 75-25
- 6 Kompost2/treset 50-50
- 7 Komercijalni supstrat
- 8 Komunalni kompost 1
- 9 Komunalni kompost 1/treset 75-25
- 10 Komunalni kompost1/treset 50-50
- 11 Komunalni kompost 2
- 12 Komunalni kompost 2/treset 75-50
- 13 Komunalni kompost 2/treset 50-50
- 14 Kontrola (destilirana voda)

U supstratima je određen postotak suhe tvari i nasipna gustoća supstrata prema normi DIN EN 13040 te pH vrijednost (DIN EN 13037) u 1:5 omjeru (1 V uzorka + 5 V vode), masa određenog volumena uzorka je unaprijed određena nasipnom gustoćom kao i električna provodljivost (EC) prema normi DIN EN 13038.

Energija klijavosti određena je metodom 05-05 B – *in-vitro* klijanje i rast korijena (Thomson, 2001.). Uzorak od 50 cm<sup>3</sup> supstrata odvagan je u bočice i sušen na 70 °C 24 h dok potpuno nije isparila voda. U takve uzorke je dodano 150 mL destilirane vode te su dobro promiješani. Nakon što su odstajali 3 h ekstrakt supstrata odvojen je filter papirom od krute tvari te je 10 mL takvog ekstrakta dodano u petrijeve zdjelice s filter papirom na koje je položeno 10 sjemenki salate odnosno krastavca. Pokus je ponavljen u dva ponavljanja. Nakon sedam dana izbrojan je broj iskljali sjemenki te je mjerena njihova izduženost (hipokotila i radikula) kako za krastavac tako i za salatu. Kao kontrola koristila se petrijevka s 10 mL destilirane vode. Iskljala sjemenka se smatrala samo sjemenka gdje je iskljao i hipokotil i radikula.

Indeks klijavosti tj. fitotoksičnost određena je modificiranom metodom Zucconi i sur. (1981.), gdje se kombiniraju mjerenja klijavosti sjemena i izduženosti hipokotila i radikule. Indeks klijavosti dobiven je brojanjem klijanaca i mjerenjem dužine klijanaca, a izražen je kao postotak broja iskljalih sjemenki i prosjeka izduženja klijanca u usporedbi s kontrolom (sjemenke iskljale na filter papiru navlaženom s 10 mL destilirane vode) kako slijedi (Alburquerque i sur., 2006):

$$IK (\%) = (KU \times LU / KK \times LK) \times 100$$

Gdje je:

KU - % klijavosti uzorka

LU - prosjek izduženosti klijanca uzorka

KK - % klijavosti kontrole

LK - prosjek izduženosti klijanca kontrole

Analiza podataka uključila je procjenu parametara opisne statistike (prosjeci i rasponi) te analizu varijance (ANOVA) promatranih svojstava (varijabli). Statistička obrada podataka obavljena je softverskim paketima Microsoft Excel i Minitab verzija 15.

## Rezultati i rasprava

Analiza osnovnih svojstva komposta pokazala je kako su istraživani supstrati bili pretežno alkalne reakcije (Tablica 1). Umješavanjem treseta, koji ima pH svega 4,47, smanjila se alkalnost istraživanih komposta i time su postali pogodniji za biljke. I salati i krastavcu najbolje odgovara pH između 6 i 7 (Lončarić i Pardiković, 2015). Dodavanjem treseta spustio se raspon pH na 6,4 - 8,4, ovisno o supstratu i udjelu treseta. Iz rezultata je vidljivo kako postepeno dodavanje treseta postepeno spušta i pH reakciju za svaki pojedini supstrat (Tablica 1).

Tablica 1. Osnovna svojstva supstrata

br	Tretman	%ST	Ld (g/cm <sup>3</sup> )	pH H <sub>2</sub> O	EC (ms/cm)
1	kompost1	36.13	0.6	7.89	1.006
2	kompost1/treset 75-25	41.01	0.5011	6.81	1.261
3	kompost1/treset 50-50	36.47	0.4014	6.46	0.702
4	kompost2	44.22	0.599	8.9	0.856
5	kompost2/treset 75-25	42.68	0.4998	8.18	0.714
6	kompost2/treset 50-50	42.07	0.4005	7.22	0.562
7	komercijalni supstrat	28.34	0.492	5.72	0.429
8	komunalni kompost 1	72.04	0.569	9.21	1.558
9	komunalni kompost 1/treset 75-25	69.19	0.4772	8.45	1.077
10	komunalni kompost 1/treset 50-50	69.97	0.3855	7.8	0.973
11	komunalni kompost 2	75.48	0.5531	9.14	1.259
12	komunalni kompost 2/treset 75-25	73.18	0.4653	7.49	1.23
13	komunalni kompost 2/treset 50-50	68.18	0.3775	6.85	0.982
	Treset	44.28	0.202	4.57	0.0868

ST – suha tvar; Ld – nasipna gustoća; EC – električni konduktivitet

Rezultati određivanja indeksa klijavosti pokazali su da komposti od poljoprivrednih ostataka (kompost 1 i kompost 2) kao i neke njihove primjese s tresetom (*kompost2/treset 75-25*; *kompost1/treset 50-50*) imaju dobar indeks klijavosti salate dok supstrat od komunalnog otpada ima najlošiji indeks klijavosti salate (Tablica 2).

Tablica 2. Indeks klijavosti salate

TRETMAN	n	klijanac (cm)	IK (%)
kompost2/treset 75-25	20	5.97	145
kompost1/treset 50-50	19	5.421	125
kompost2	19	5.268	121
kompost1	20	4.425	107
H <sub>2</sub> O	19	4.337	100
Kompost1/treset 75-25	15	4.893	89
komunalni kompost 1/treset 75-25	19	3.721	86
kompost2/treset 75-25	12	5.667	83
komunalni kompost 2	17	3.865	80
komunalni kompost 2/treset 50-50	13	4.985	79
komercijalni supstrat	13	4.877	77
komunalni kompost 2/treset 75-25	16	3.656	71
komunalni kompost 1	15	3.847	70
komunalni kompost1/treset 50-50	12	3.233	47

n-broj iskljajalih sjemenki; IK (%) - indeks klijavosti

Istraživanje klijavosti krastavca nije pokazalo sličan obrazac kao salata, ono što možemo primijetiti da je indeks klijavosti za krastavac bio visok kada se radilo o kompostu 2 i njegovim primjesama s tresetom (*kompost2/treset 75-25*; *kompost2/treset 50-50*) (Tablica 3).

Tablica 3. Indeks klijavosti krastavca

TRETMAN	n	klijanac (cm)	IK (%)
kompost2	20	14.125	134
komunalni kompost 2/treset 50-50	19	14.484	130
kompost2/treset 50-50	19	14.284	128
kompost2/treset 75-25	20	12.94	122
komunalni kompost 2/treset 75-50	18	13.744	117
komunalni kompost 1/treset 75-25	19	12.805	115
komunalni kompost 2	18	13.15	112
H <sub>2</sub> O	19	11.126	100
komunalni kompost1/treset 50-50	19	10.3	93
Kompost1/treset 50-50	19	9.253	83
komunalni kompost 1	18	9.594	82
komercijalni supstrat	20	8.37	79
Kompost1/treset 75-25	18	7.072	60
kompost1	19	5.368	48

n - broj iskljajalih sjemenki; IK (%) - indeks klijavosti

## Zaključak

Krastavac je pokazao bolju klijavosti od salate tj. klijavost salate je osjetljivija na različite supstrate pa je time i bolji indikator pogodnosti određenog supstrata. Indeks klijavosti kod salate prati određeni obrazac, tj. bio je visok kod korištenja poljoprivrednih komposta kao i kod određenih primjesa tih komposta s tresetom dok su supstrati od komunalnog otpada

pokazali određeni fitotoksični efekt tj. imali su najlošiji indeks klijavosti salate. Za razliku od salate kod krastavca se ne vidi takav obrazac što se podudara s ranijim istraživanjima. Kod krastavca je indeks klijavosti pokazao visoke vrijednosti za kompost 2 i njegove primjesame s tresetom. Istraživani komunalni otpad je dakle pokazao određeni fitotoksični efekt, no svakako postoji potencijal za korištenje komunalnog otpada kao supstrata i neophodno je daljnje istraživanje kako bi se iz komunalnog otpada dobio što kvalitetniji kompost.

## Literatura

- Albuquerque J. A., González J, García D, Cegarra J. (2006). Measuring detoxification and maturity in compost made from “alperujo”, the solid by-product of extracting olive oil by the two-phase centrifugation system. *Chemosphere*. 64: 470-477.
- DIN EN 13037 (2012). Soil improvers and growing media - determination of pH. Deutsches Institut für Normung
- DIN EN 13038 (2012). Soil improvers and growing media - determination of electrical conductivity. Deutsches Institut für Normung
- DIN EN 13040 (2008). Soil improvers and growing media - sample preparation for chemical and physical tests, determination of dry matter content, moisture content and laboratory compacted bulk density. Deutsches Institut für Normung
- HAOP - Hrvatska agencija za okoliš i prirodu (2016.): Izveštće o komunalnom otpadu za 2014.
- Külcü R., Yaldiz O. (2014). The composting of agricultural wastes and the new parameter for the assessment of the process. *Ecological Engineering*. 69: 220-225.
- Lončarić Z. i Parađiković N. (2015). Gnojidba u proizvodnji povrća. U: Lončarić Z. (Ur.) Gnojidba povrća, organska gnojiva i kompostiranje. Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek. 8-60
- Thompson W.H. (ur.) (2001). Test Methods for the Examination of Composting and Compost: 05.05-B In-vitro germination and root elongation. The United States Department of Agriculture (USDA).
- Vukobratović Ž., Vukobratović M., Lončarić Z., Sikora S., Erhatic R., Svržnjak K. (2015). Korištenje kompostiranog biorazgradivog komunalnog otpada u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima
- Zucconi F., Pera A., Forte M., de Bertoldi M. (1981). Evaluating toxicity of immature compost. *BioCycle*. 22 (4): 54-57.
- Wei Y., Li J., Shia D., Liua G., Zhaob Y., Shimaokac T. (2017). Environmental challenges impeding the composting of biodegradable municipal solid waste: A critical review. *Resources, Conservation and Recycling*. 122: 51–65.

## Germination index of salad and cucumber on composts from municipal solid waste

### Abstract

Increasing environmental awareness resulted with using municipal solid waste as compost. In order to determine the quality of such compost, the germination energy of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and salad (*Lactuca sativa* L.) was investigated. Five substrates, two obtained from municipal solid waste, two obtained from agricultural residues and one commercial substrate were used in the study. The salad seeds showed to be more sensitive than the cucumber seeds to different substrates and thus a better indicator of the phytotoxicity of a particular substrate. The germination index for salad showed a certain pattern, ie. it was high on composts from agriculture while low on municipal solid waste, showing a specific phytotoxic effect.

**Key words:** *compost, cucumber, germination, municipal solid waste, salad*



## Calculation of greenhouse gas emissions from rapeseed cultivation

Ivana Ravlić, Danijel Šabić

Žito d.o.o., Đakovština 3, Osijek, Croatia (Ivana.Ravlic@zito.hr)

### Abstract

The aim of the paper is to present the results of the calculation of greenhouse gas emissions from cultivation of rapeseed and to identify the most important factors that contribute to the overall emissions. Data presented in the paper was collected in 2016 from seven large farmers in Eastern Croatia using a survey method. Greenhouse gas emissions from rapeseed cultivation were calculated as the quotient of the sum of the emissions of each input data in the cultivation of rapeseed and N<sub>2</sub>O emissions from agricultural soils, and rapeseed yield. The results of the calculation of greenhouse gas emissions from cultivation of rapeseed ranged from 379 to 533 kg CO<sub>2</sub> eq per ton of cultivated rapeseed. The average calculated value of the greenhouse gas emissions of 467 kg CO<sub>2</sub> eq t<sup>-1</sup> rapeseed is considerably lower than the disaggregated default value of 674.41 kg CO<sub>2</sub> eq t<sup>-1</sup> rapeseed. Production of nitrogen fertilizers and N<sub>2</sub>O emission from agricultural soils contribute most to greenhouse gas emissions from cultivation of rapeseed, with 76.5% of the total calculated average emission from cultivation of rapeseed. Fertilizers dominating in nitrogen mineral fertilization structure were KAN (37.4%), urea (30%), UAN (17.3%), ammonium sulfate (7.45%) and MAP (5.6%).

**Key words:** rapeseed, greenhouse gases, fertilization, emission from agricultural soils, ISCC system

### Introduction

According to Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources and the amending Directive 1513/2015, the share of energy from renewable sources in all forms of transport in 2020 should be at least 10 % of the final consumption of energy in transport. Since production of biofuels should be sustainable, the Directives also set out sustainability criteria including requirements on the minimum greenhouse gas emission savings that biofuels and bioliquids need to achieve compared to fossil fuels, which should be at least 50 % from 1 January 2018.

ISCC (International Sustainability and Carbon Certification) system is a globally recognized scheme for certification of sustainable biofuels and biomass production for biofuels, approved by the European Commission. Certification within the ISCC system demonstrates compliance with sustainability criteria for biofuels and bioliquids, as well as for biomass conversion to biofuels, laid down in the above-mentioned Directives; biomass for transformation to biofuels should not be produced on land with high biodiversity value and high carbon stock; good agricultural and environmental practices should be applied as well as safe working conditions; social standards and regional and national laws should be respected. Within the ISCC system, economic operators are allowed to use default or disaggregated default values provided by the Directive 2009/28/EC, as well as calculating the actual emission values, when transferring information about greenhouse gas emission along the supply chain.

Rapeseed is one of the most common biomass used for production of biodiesel, followed by sunflower, soybean and palm trees (Mustapić et al., 2006). Application and production of

nitrogenous mineral fertilizers contribute most to greenhouse gas emissions during the cultivation of rapeseed for production of biodiesel (Borzęcka-Walker et al., 2013; HGCA, 2012). The application of nitrogen fertilizers results in direct emission of N<sub>2</sub>O from agricultural soils and indirect emission through volatilization and nitrogen leaching (IPCC, 2006). Since N<sub>2</sub>O has 298 times higher global warming potential than CO<sub>2</sub>, it contributes significantly to the total emissions from rapeseed cultivation. According to the inventory of greenhouse gases in 2012, N<sub>2</sub>O emissions contributed 70% of total emissions in agriculture (Ministry of Environmental and Nature Protection, 2014). The emissions from nitrogen fertilizers depend mostly on the type of fertilizer applied and the associated emission factor of production. Urea has a lower emission factor, and unlike some nitrogen fertilizers it does not produce N<sub>2</sub>O in production process (HGCA, 2012).

According to the default values provided by the Directive 2009/28/EC, rapeseed biodiesel has the emission saving of 38% compared to fossil fuels, which will not fulfil emission saving criteria set by the Directives. From default values, step of cultivation of rapeseed accounts for over 55% of total greenhouse gas emissions in biodiesel production. By calculating the actual values, it is possible to reduce the share of emission from rapeseed cultivation in total emission of biodiesel production by using the input data characteristic for cultivation of rapeseed in our area.

The aim of the paper is to calculate the greenhouse gas emissions from rapeseed cultivation and compare the results with disaggregated default value provided by the ISCC system (ISCC, 2015).

### Material and methods

The input data for calculation of greenhouse gas emissions from rapeseed cultivation was collected by survey from seven large farmers from Eastern Croatia in 2016. The emission was calculated according to the instructions given in ISCC system document 205 - version 3.0.

Cultivation emission ( $e_{ec}$ ) is calculated by equation:

$$e_{ec} \left[ \frac{kg \text{ CO}_2 \text{ eq}}{t \text{ rapeseed}} \right] = \frac{EM_{\text{fertilizer}} + EM_{\text{N}_2\text{O}} + EM_{\text{seed}} + EM_{\text{pesticides}} + EM_{\text{diesel}} \left[ \frac{kg \text{ CO}_2 \text{ eq}}{ha} \right]}{yield \left[ \frac{t}{ha} \right]}$$

Emissions generated by fertilizer production ( $EM_{\text{fertilizer}}$ ) is calculated by multiplying the amount of fertilizer applied (kg N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> or K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) and associated emission factor (EF). Seed ( $EM_{\text{seed}}$ ) and pesticides ( $EM_{\text{pesticides}}$ ) emission, as well as diesel consumption ( $EM_{\text{diesel}}$ ) emission is calculated by multiplying the amount of seed (kg ha<sup>-1</sup>) and pesticides (kg of active ingredient ha<sup>-1</sup>) applied and diesel (l ha<sup>-1</sup>) consumed, and associated emission factors (EF). N<sub>2</sub>O direct emissions from soil, generated using nitrogen fertilizers, and indirect emissions from volatilization and nitrogen leaching is calculated by multiplying total N<sub>2</sub>O emission and conversion factors 44/28 and 298 (conversion of N<sub>2</sub>O emissions into equivalent CO<sub>2</sub> emissions).

Input data for the calculation of emissions, collected by the survey, included the area under rapeseed (ha), the amount of rapeseed produced (t), yield (t ha<sup>-1</sup>), the type and quantity of fertilizers applied during the production year (kg ha<sup>-1</sup>), the amount of seed used (kg ha<sup>-1</sup>), the amount of applied pesticides (kg of active ingredient ha<sup>-1</sup>) and the amount of diesel consumed by agricultural machinery (l ha<sup>-1</sup>).

Emission factors (EF) for production of fertilizers, seeds and pesticides and diesel consumption were taken from Annex I of the ISCC system document 205 and are presented in Table 1.

Table 1. Greenhouse gas emission factors (ISCC 205)

	Emission factor	unit	
Fertilizer	N-fertilizer		
	KAN, NPK	5.881	kg CO <sub>2</sub> eq kg N <sup>-1</sup>
	urea	1.92	kg CO <sub>2</sub> eq kg N <sup>-1</sup>
	UAN	2.68	kg CO <sub>2</sub> eq kg N <sup>-1</sup>
	AS	1.68	kg CO <sub>2</sub> eq kg N <sup>-1</sup>
	MAP	1.82	kg CO <sub>2</sub> eq kg N <sup>-1</sup>
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -fertilizer	1.011	kg CO <sub>2</sub> eq kg N <sup>-1</sup>
	K <sub>2</sub> O-fertilizer	0.576	kg CO <sub>2</sub> eq kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>-1</sup>
Seed	0.73	kg CO <sub>2</sub> eq kg K <sub>2</sub> O <sup>-1</sup>	
Pesticides	10.97	kg CO <sub>2</sub> eq kg <sup>-1</sup>	
Diesel	3.14	kg CO <sub>2</sub> eq kg active ingredient <sup>-1</sup>	

The total N<sub>2</sub>O emissions from the soil (direct and indirect) were calculated according to IPCC methodology using the Global Nitrous Oxide Calculator, GNOC calculator. The GNOC calculator is approved by the European Commission and is available at <http://gnoc.jrc.ec.europa.eu/>. All greenhouse gas emissions are expressed as equivalent CO<sub>2</sub> emissions (CO<sub>2</sub> eq).

## Results and discussion

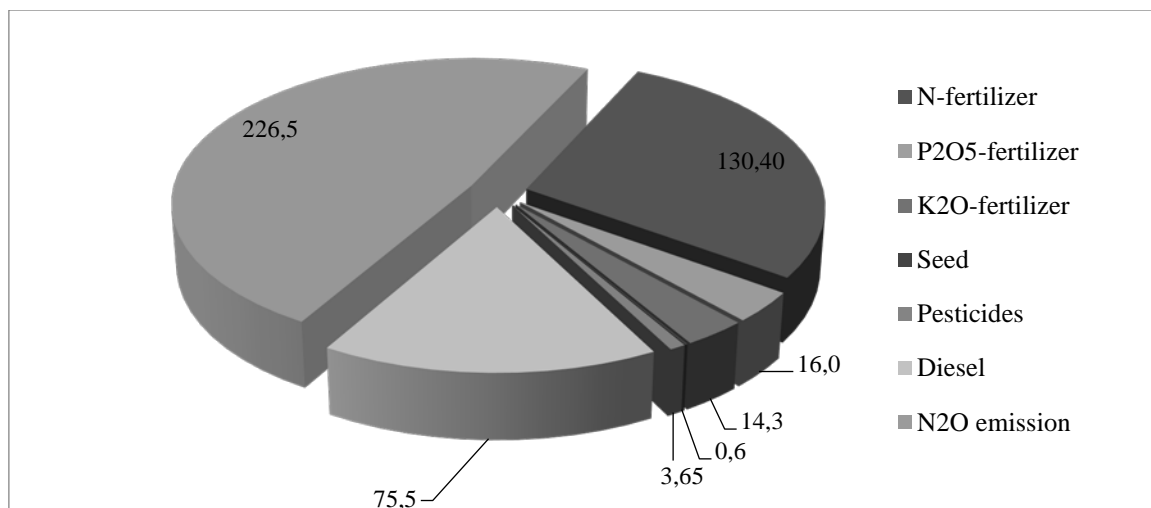
Input data for the calculation of greenhouse gas emissions from rapeseed cultivation are presented as average values in Table 2. The total area under the rapeseed in 2016 covered by the survey was 2,683 ha (7.30% of total area under rapeseed in Croatia) with production of 10,871.567 tons of rapeseed (9.62% of total production of rapeseed in Croatia) (CBS, 2017).

Table 2. Input data for rapeseed cultivation

	quantity	unit	
Yield	4.052	t ha <sup>-1</sup>	
Fertilizer	N-fertilizer		
	KAN	55.2	
	NPK 7-20-30	2.7	kg N ha <sup>-1</sup>
	urea	44	kg N ha <sup>-1</sup>
	UAN	25.5	kg N ha <sup>-1</sup>
	AS	11	kg N ha <sup>-1</sup>
	MAP	8.3	kg N ha <sup>-1</sup>
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -fertilizer	64	kg N ha <sup>-1</sup>
K <sub>2</sub> O-fertilizer	101	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup>	
Seed	3.35	kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	
Pesticides	1.34	kg ha <sup>-1</sup>	
Diesel	97	kg active ingredient ha <sup>-1</sup>	

Total greenhouse gas emissions ranged from 379 to 533 kg CO<sub>2</sub> eq per ton of rapeseed, with an average emission of 467 kg CO<sub>2</sub> eq per ton rapeseed. Calculated emissions were significantly lower than the ISCC disaggregated default value of 674.41 kg CO<sub>2</sub> eq per ton of rapeseed.

Average emissions of individual inputs in kg CO<sub>2</sub> eq t<sup>-1</sup> rapeseed are presented in Graph 1.



Graph 1. Average emission of inputs from rapeseed cultivation (kg CO<sub>2</sub> eq t<sup>-1</sup> of rapeseed)

Emission from nitrogen fertilizers production contributed 28% to total average emission, with emission of 130.4 kg CO<sub>2</sub> eq t<sup>-1</sup> rapeseed. Most commonly used nitrogen fertilizers were urea and KAN, which accounted for 30 and 37% of the total nitrogen fertilizer used. The use of urea contributed to the reduction of emissions due to the significantly lower production emission factor.

Direct and indirect emission of N<sub>2</sub>O from the soil mostly depended on the amount of N-fertilizer applied, and ranged from 183.4 to 246 kg CO<sub>2</sub> eq t<sup>-1</sup> rapeseed. The total average N<sub>2</sub>O emission from soil was 226.55 kg CO<sub>2</sub> eq t<sup>-1</sup> rapeseed and accounted for 48.5% of the total average emission from rapeseed cultivation. Similar results were recorded by Borzęcka-Walker et al. (2013) where emission of nitrogen fertilizers and N<sub>2</sub>O emission from soil accounted for 28.2 and 46.8% of total emission from rapeseed cultivation.

The average emission of diesel consumption from agricultural machinery was 75.5 kg CO<sub>2</sub> eq t<sup>-1</sup> rapeseed, with a share of 16% of the total average emission. Soil tillage is one of the largest energy consumers in agriculture and a significant source of CO<sub>2</sub> emissions. By rationalizing soil tillage, it's possible to reduce the consumption of diesel, thus reducing the CO<sub>2</sub> emission up to 42.9% (Filipović et al., 2006).

Given the very low production emission factors, the average emission of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O fertilizers contributed to the total average emission with 16 and 14.3 kg CO<sub>2</sub> eq t<sup>-1</sup> rapeseed (3.4 and 3% respectively).

Also, greenhouse gas emissions from seed and pesticides production were negligible compared to the total average emission, due to low emission factors and small quantities applied. The share of these emissions in the total average emission from rapeseed cultivation was 0.13 and 0.78%, respectively.

## Conclusions

The emission of nitrogen fertilizers and N<sub>2</sub>O emission from agricultural soils contributed most to the greenhouse gas emission from rapeseed cultivation, with 28% and 48.5% of the total average emission. The consumption of diesel in the operation of agricultural machinery also contributed significantly, with 17% of the total average emission.

Calculated greenhouse gas emissions from rapeseed cultivation were significantly lower than the disaggregated default value stated by the ISCC system, which indicates the need to calculate the actual emission value for continental Croatia where rapeseed is produced. By applying good manufacturing practices, that is reducing fertilization with mineral fertilizers and using organic fertilizers, as well as more rational soil tillage, it is possible to further reduce emission value from rapeseed cultivation in overall emission in production of biofuels.

## References

- Borzęcka-Walker M., Faber A., Jarosz Z., Syp A., Pudełko R. (2013). Greenhouse gas emissions from rape seed cultivation for FAME production in Poland. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(1), 1064-1068.
- Croatian Bureau of Statistics (2017). Statistical Databases- Agriculture, Hunting, Forestry and Fishing- Crop production Table 2.1.2. Production of Crops, in Tonnes, Republic of Croatia /Table 2.1.1. Harvested Area, in Hectares, Republic of Croatia. Available at: [https://www.dzs.hr/default\\_e.htm](https://www.dzs.hr/default_e.htm)
- Filipović D., Košutić S., Gospodarić Z., Banaj Đ. (2006). *Agriculture Ecosystems & Environment*, 115(1), 290-294.
- HGCA (2012). Regional emissions from biofuels cultivation. United Kingdom. Available at: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/160708/regional-emissions-from-biofuels-cultivations.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/160708/regional-emissions-from-biofuels-cultivations.pdf)
- IPCC (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. N<sub>2</sub>O Emissions from Managed Soils, and CO<sub>2</sub> Emissions from Lime and Urea Application. Available at: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_11\\_Ch11\\_N2O&CO2.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf)
- ISCC (2015). Tables of disaggregated default values for agricultural production, oil mills and refineries (as of 07 July 2015)
- ISCC (2016). ISCC 205 Greenhouse Gas Emissions. Version 3.0.
- Ministry of Environmental and Nature Protection (2014). Greenhouse Gas inventory report for the Republic of Croatia for the period 1990 - 2012 (NIR 2014). Available at: [http://mzoip.evolare.host25.com/doc/croatian\\_nir\\_2014.pdf](http://mzoip.evolare.host25.com/doc/croatian_nir_2014.pdf)
- Mustapić Z., Krička T., Stanić, Z. (2006). Biodiesel as Alternative Engine Fuel. *Energija*, 55(6), 634-657.

## Anaerobna kodigestija divljeg kestena i goveđe gnojovke s ciljem povećanja prinosa bioplina

Đurđica Kovačić<sup>1\*</sup>, Davor Kralik<sup>1</sup>, Karlo Došen<sup>1</sup>, Daria Jovičić<sup>1</sup>, Robert Spajić<sup>1</sup>, Robert Hroval<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska (djkovacic@pfos.hr)

<sup>2</sup>BHRI, Institute for Research and Development of Life Sciences and Green Innovations, Lili Novy 3, 1000 Ljubljana, Slovenija

### Sažetak

Cilj rada bio je istražiti mogućnost proizvodnje bioplina anaerobnom kodigestijom sjemenki divljeg kestena sa goveđom gnojovkom, te mogućnost povećanja prinosa bioplina i metana dodatkom sjemenki divljeg kestena goveđoj gnojovki. Istraživanje je provedeno pri termofilnim uvjetima i trajanju od  $t = 35$  dana. Nakon završetka procesa utvrđeni su prinosi bioplina i metana eksperimentalnih uzoraka te je anaerobnom digestijom goveđe gnojovke (G) ostvaren 12,9% i 14,2% viši prinos u odnosu na prinose ostvarene anaerobnom kodigestijom goveđe gnojovke uz dodatak sjemenki divljeg kestena (K). Budući da su sjemenke divljeg kestena rekalcitrantne prirode pretpostavka je da bi prije provedbe anaerobne kodigestije sjemenke bilo poželjno podvrgnuti nekoj od metoda predobrade kako bi se sjemenke djelomično razgradile te bi bile podložnije anaerobnoj razgradnji, što je i cilj daljnjeg istraživanja.

**Ključne riječi:** anaerobna kodigestija, bioplin, divlji kesten, goveđa gnojovka, metan.

### Uvod

Divlji kesten (*Aesculus hippocastanum* L.) pripada porodici Hippocastanaceae. Plod divljeg kestena čini velika okruglasta kapsula koja u sebi nosi 1-3 sjemenke koje nalikuju onima pitomog kestena ali su gorkog okusa (Yoshikawa i sur., 1996). Sjemenke divljeg kestena imaju rekalcitrantna svojstva zbog visokog udjela složenih ugljikohidrata (72 - 88%<sub>ST</sub>) od kojih je najzastupljeniji škrob (29 - 40%<sub>ST</sub>) i ukupni šećeri (10 - 23%<sub>ST</sub>). Osim ugljikohidrata, sjemenke divljeg kestena sadrže i znatno niži udio masti (3.8 - 8.1%<sub>ST</sub>) i proteina (5.7 - 6.1%<sub>ST</sub>), dok udio vlage sjemenki može značajno varirati (15 - 50%) i to u ovisnosti o genotipu, lokaciji s koje su sjemenke uzete i njihovoj starosti (Dong i sur., 2014.; Čukanović i sur., 2011.). Sjemenke divljeg kestena posjeduju i ljekovita svojstva zahvaljujući prisutnosti kompleksnog spoja escina koji je izgrađen od smjese različitih triterpenskkih saponina. Zbog posjedovanja antiinflamatornih i antiedemičnih svojstava, koristi se u jačanju stijenki krvnih žila, zacijeljivanju rana, liječenju artritisa, u proizvodnji kozmetičkih proizvoda koji se koriste za anticelulitne tretmane i dr. (Zampieron, 2017.; Yoshikawa i sur., 1996.). Osim saponina escina, sjemenke divljeg kestena sadrže i tanine, flavonoide, sterole, te makro- i mikroelemente Mg, Na, Fe, Mn, Co i dr. (Zampieron, 2017.). Prisustvo viših koncentracija saponina, tanina i flavonoida može negativno utjecati na ukupni proces anaerobne digestije jer djeluju inhibitorno na proces metanogeneze na način da inhibiraju rast i aktivnost metanogena (Patra i Saxena, 2010.).

Cilj ovog rada bio je istražiti mogućnost proizvodnje bioplina anaerobnom kodigestijom sjemenki divljeg kestena sa goveđom gnojovkom pri termofilnim uvjetima, te mogućnost povećanja prinosa bioplina i metana uslijed dodatka sjemenki divljeg kestena goveđoj gnojovki. U dostupnoj literaturi nisu pronađeni znanstveni radovi u kojima je istraživana anaerobna kodigestija stajske gnojovke i sjemenki divljeg kestena.

## Materijal i metode

U ovom je radu istraživana utjecaj dodatka ploda divljeg kestena goveđoj gnojovki na proces anaerobne kodigestije odnosno na prinos bioplina i metana.

Otpali plodovi divljeg kestena prikupljeni su s tla u gradskom parku (Osijek) u plastičnu vrećicu te su donešeni u Laboratorij za biomasu i obnovljive izvore energije na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. Sjemenke su u svježem stanju usitnjene u kuhinjskom multipraktiku, a komadići ljuske koji su ostali krupniji dodatno su usitnjeni škarama.

Svježa goveđa gnojovka korištena u istraživanju bila je porijeklom sa farme muznih krava „Orlovnjak“ u blizini Osijeka. Svježa gnojovka uzeta je iz prihvatne jame u kojoj se sakuplja sva gnojovka s farme prije ulaska u separator. Kako bi se dobio što homogeniji uzorak, gnojovka je izmiješana pomoću mehaničkog mješača i u laboratorij donešena u hermetički zatvorenim plastičnim kantama od 15 dm<sup>3</sup>. Za provedbu anaerobne kodigestije korištena je svježa gnojovka i svježe sjemenke divljeg kestena donešene u laboratorij na dan pripreme eksperimentalnih uzoraka. Nakon pripreme eksperimentalnih uzoraka određena su im fizikalno-kemijska svojstva.

pH vrijednost mjerena je direktno pomoću pH-metra Methrom i kombinirane staklene elektrode Methrom (Mettler Toledo Five Easy, Švicarska) na sobnoj temperaturi. Prije mjerenja elektroda je baždarena pomoću standardnih puferskih otopina (pH = 4,01 i pH = 7,00) (EN13037:1999, 2011).

Udio suhe tvari određen je gravimetrijski sušenjem uzoraka pri 105 °C u laboratorijskom sušioniku (Memmert UFE 600, Njemačka) do konstantne mase (APHA, 1998.).

Udio hlapive organske tvari i pepela određen je žarenjem suhih uzoraka u mufolnoj peći pri 550 °C do konstantne mase (EN13039:1999., 2011.).

Proces anaerobne kodigestije proveden je šaržno pri termofilnim uvjetima ( $T = 55$  °C) tijekom  $t = 35$  dana u aparaturi izrađenoj u Laboratoriju za biomasu i obnovljive izvore energije na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. Aparatura se sastoji od 2 vodene kupelji od kojih svaka ima  $n = 24$  mjesta u koja se postavljaju reaktorske boce. Anaerobna kodigestija provedena je u staklenim reaktorskim bocama volumena  $V = 1$  dm<sup>3</sup>. Sviježi supstrati odvagani su u reaktorske boce u omjeru 27:1 (omjer sjemenke divljeg kestena/goveđa gnojovka baziran na udjelu organske tvari) i homogenizirani. Reaktorske boce potom su hermetički zatvorene i postavljene u termostatisane vodene kupelji. Reaktorske boce povezane su sa kalibriranim staklenim bocama (sa oznakom volumena od 0 do 720 cm<sup>3</sup>) pomoću gumenih cijevi. Kalibrirane staklene boce postavljene su, sa otvorom okrenutim prema dolje, u stakleni akvarij napunjen zasićenom otopinom NaCl koja sprječava otapanje bioplina. Kada se bioplin počne stvarati, iz reaktorskih boca prolazi kroz gumene cijevi i nakuplja se u graduiranim staklenim bocama u akvariju. Uslijed dotoka bioplina dolazi do istiskivanja slane zasićene otopine u akvariju čija se razina povećava, a volumen proizvedenog bioplina očitava se sa graduiranih staklenih boca. Kada se boca napuni bioplinom, još dok je potopljena u slanoj otopini zatvori se aluminijskim poklopcem i zamijeni sa praznom bocom.

Volumen i sastav bioplina mjereno je i analizirano svakodnevno. Ukupni volumen proizvedenog bioplina dobiven je zbrajanjem volumena bioplina prikupljenog u graduiranim staklenim bocama tijekom procesa.

Plin za analizu je pomoću spojenih posuda prenesen iz plastične boce u plinsku biretu (prethodno napunjenu prezasićenom otopinom NaCl) korištenjem podtlaka stvorenog istjecanjem prezasićene otopine NaCl. Bireta je spojena s ventilom za uzorkovanje pomoću kojeg se plin uvodi u plinski kromatograf (Varian 3900, SAD). Plinski kromatograf je sadržavao jedan TCD detektor, a plinovi nosioci bili su helij (čistoće 5,0) i sintetski zrak (bez ugljikovodika). Detektor je radio pri temperaturi  $T = 150$  °C i referentnom protoku 1 mL/min. Na instrumentu je bila instalirana jedna kolona (10x1/8" od nehrđajućeg čelika, Restek SN: C14030) koja je radila na referentnom protoku  $p = 1$  bar. Udjeli CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> i N<sub>2</sub> određeni su prema modificiranoj metodi (HRN ISO 6974-4:2000.).

Ukupni volumen reakcijske smjese bio je 500 cm<sup>3</sup>. Oba eksperimentalna uzorka pripremljena su u 3 ponavljanja.

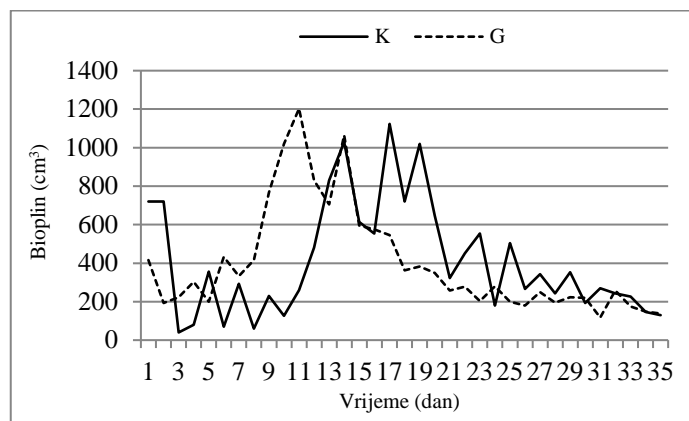
## Rezultati i rasprava

Osnovna fizikalno-kemijska svojstva svježe goveđe gnojovke i svježih sjemenki divljeg kestena prikazana su u Tablici 1.

Tablica 1. Osnovna fizikalno-kemijska svojstva eksperimentalnih uzoraka prije i nakon provedene anaerobne kodigestije

Eksperimentalni uzorak	Prije fermentacije				Nakon fermentacije			
	pH	ST (%)	OT (%)	Pepeo (%)	pH	ST (%)	OT (%)	Pepeo (%)
Goveđa gnojovka (G)	7,11	9,11	83,87	16,13	8,37	6,25	76,60	23,40
Smjesa goveđe gnojovke i sjemenki divljeg kestena (K)	6,81	10,47	85,78	14,22	8,17	6,41	76,31	23,69

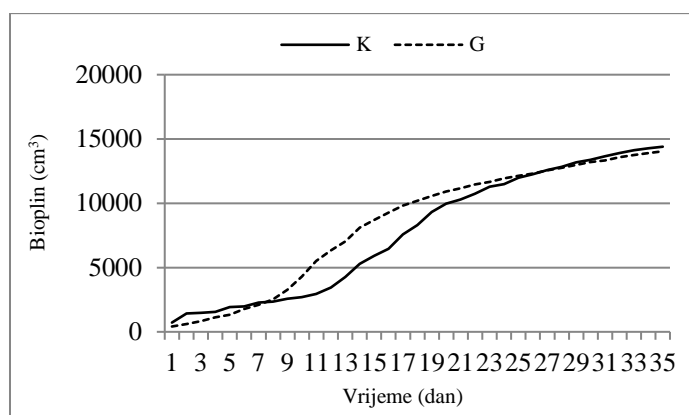
Slika 1 prikazuje dnevnu proizvodnju bioplina tijekom procesa anaerobne kodigestije. U eksperimentalnom uzorku G faza metanogeneze započinje 9. dan i traje do 16. dana procesa, dok u eksperimentalnom uzorku K faza metanogeneze započinje 13. dan i traje do 20. dana procesa. U uzorku K, u koji su dodane sjemenke divljeg kestena, faza metanogeneze započinje kasnije čemu je razlog složeniji kemijski sastav divljeg kestena (Dong i sur., 2014.) u odnosu na gnojovku te faza hidrolize traje dulje. Nakon vrlo produktivnog perioda, dinamika metanogeneze se postepeno usporava odnosno proizvodnja bioplina postepeno opada.



Slika 1. Dnevna proizvodnja bioplina tijekom procesa anaerobne kodigestije eksperimentalnih uzoraka

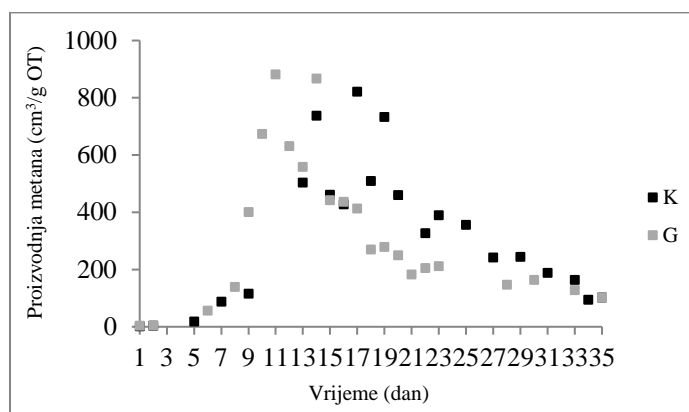
Slika 2 prikazuje kumulativni prinos bioplina nakon procesa anaerobne kodigestije eksperimentalnih uzoraka. Unatoč manjem prinosu bioplina i metana, u eksperimentalnom uzorku K zabilježen je 2.5 % viši kumulativni prinos bioplina u odnosu na eksperimentalni uzorak G. Slika 3 prikazuje proizvodnju metana tijekom procesa anaerobne kodigestije eksperimentalnih uzoraka. U uzorku K najviši prinos metana ostvaren je 17. dana procesa i iznosio je 820.45 cm<sup>3</sup>/g OT, dok je u uzorku G najviši prinos metana ostvaren 11. dana procesa i iznosio je 880.84 cm<sup>3</sup>/g OT. Iz slike je također evidentno kako su u uzorku G tijekom prvih 15 dana procesa ostvareni viši prinosi metana, dok su u uzorku K nakon 17. dana pa sve do kraja procesa ostvareni viši prinosi metana.



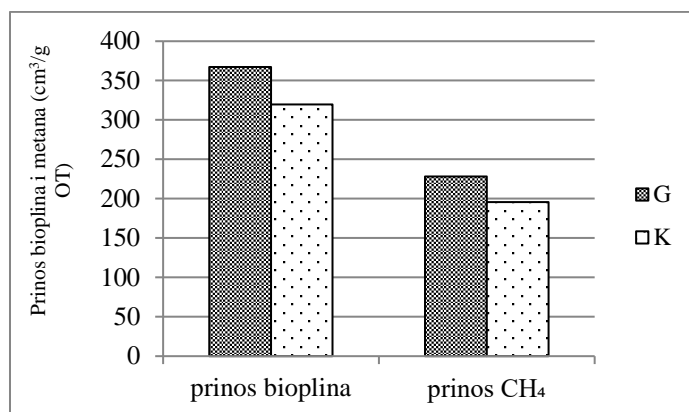


Slika 2. Kumulativni prinos bioplina nakon procesa anaerobne kodigestije eksperimentalnih uzoraka

Na slici 4 prikazani su prinosi bioplina i metana eksperimentalnih uzoraka, koji su u uzorku K iznosili 319.81 i 195.72 cm<sup>3</sup>/g OT a u uzorku G 367.29 i 228.2 cm<sup>3</sup>/g OT.



Slika 3. Proizvodnja metana tijekom procesa anaerobne kodigestije eksperimentalnih uzoraka



Slika 4. Prinos bioplina i metana eksperimentalnih uzoraka

## Zaključak

Dodatak usitnjenih sjemenki divljeg kestena goveđoj gnojovki nije utjecao na poboljšanje procesa anaerobne kodigestije, odnosno povećanje prinosa bioplina i metana. Anaerobnom digestijom goveđe gnojovke (uzorak G) ostvaren je 12.9 i 14.2 % viši prinos bioplina i metana u odnosu na prinos smjese sjemenki divljeg kestena i goveđe gnojovke (uzorak K). Kada se promatra dinamika dnevne proizvodnje bioplina obiju grupa uzoraka, vidljivo je kako je u uzorku K faza hidrolize traje dulje u odnosu na uzorak G, odnosno faza metanogeneze započinje

kasnije. Razlog tomu je kompleksnija kemijska struktura sjemenki divljeg kestena koje se znatno sporije i u manjoj mjeri razgrađuju u usporedbi sa gnojovkom. Stoga je potrebno sjemenke prethodno podvrgnuti nekoj od metoda predobrade te potom anaerobnoj kodigestiji kako bi se postigao viši stupanj razgradnje u anaerobnim uvjetima a posljedično i viši prinos bioplina.

## Literatura

- APHA (American Public Health Association), Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (20th ed.), Washington DC, USA (1998).
- Čukanović J., Ninić-Todorović J., Ognjanov V., Mladenović E., Ljubojević M., Kurjakov A. (2011). Biochemical composition of the horse chestnut seed (*Aesculus hippocastanum* L.). Archives of Biological Sciences. 63(2): 345-351.
- Dong Y., Holm J., Kärkkäinen J., Nowicki J., Lassi U. (2014). Dissolution and hydrolysis of fibre sludge using hydroxyalkylimidazolium hydrogensulphate ionic liquids. Biomass and Bioenergy. 70: 461-467.
- EN13037: Determination of pH. 1999. (2011).
- EN13039: Determination of organic matter content and ash. 1999. (2011).
- HRN ISO 6974-4:2001 en (Prirodni plin - Određivanje sastava s određenom nesigurnošću plinskom kromatografijom - 4.dio: Određivanje N, CO<sub>2</sub> i C1 do C5 i C6+ ugljikovodika u laboratorijskom sastavu i on line mjernom sustavu uporabom dviju kolona).
- Patra AK., Saxena J. (2010). A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. Phytochemistry 71: 1198-1222.
- Yoshikawa M., Murakami T., Matsuda H., Yamahara J., Murakami N., Kitagawa I. (1996). Bioactive saponins and glycosides. III. Horse chestnut. (1): The structures, inhibitory effects on ethanol absorption, and hypoglycemic activity of escins Ia, Ib, IIa, IIb, and IIIa from the seeds of *Aesculus hippocastanum* L. Chemical and Pharmaceutical Bulletin. 44(8): 1454-1464.
- Zampieron ER. (2017). Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) for venous insufficiency. International Journal of Complementary & Alternative Medicine. 5(3): 00153.

## Anaerobic co-digestion of horse chestnut seeds and cow manure for enhanced biogas production

### Abstract

The aim of the paper was to investigate the possibility of biogas production by anaerobic co-digestion of horse chestnut seeds with cow manure, and the possibility of biogas and methane yield increase by the addition of horse chestnut seeds to cow manure. The study was conducted under thermophilic regime during  $t = 35$  days. After termination of the process, biogas and methane yields of experimental samples were determined. Sample G reached 12.9 and 14.2 % higher yields compared to sample K. Since horse chestnut seeds are recalcitrant substrate, the assumption is that if they would be subjected to one of the pretreatment methods to partially degrade the seeds, they would be more susceptible to the anaerobic degradation which will also be the subject of further research.

**Key words:** anaerobic co-digestion, biogas, cow manure, horse chestnut, methane.

## Utjecaj disperznih sredstava na rezultate analize mehaničkog sastava tla

Ivan Magdić, Domagoj Svržnjak, Mario Sraka, Vilim Filipović, Vedran Rubinić

*Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska (e-mail: imagdic@agr.hr)*

### Sažetak

Mehanički sastav tla (MST) laboratorijski se određuje nakon disperzije strukturnih agregata različitim kemijskim sredstvima ili vodom. Cilj rada bio je utvrditi postoje li značajne razlike u rezultatima analize MST te interpretaciji teksture tla, obzirom na primjenu različitog disperznog sredstva. U 20 uzoraka tla određen je MST, i to nakon dezagregacije s Napirofosfatom (Na-P) i Na-heksametafosfatom (Na-H). Na-P i Na-H nisu djelovali sasvim jednako na disperziju svih frakcija MST. Međutim, pri određivanju teksturne klase tla, razlika je utvrđena samo kod dva uzorka. Različit učinak Na-P i Na-H na disperziju tla može zanemariti kod interpretacije rezultata MST za praktične, poljoprivredne namjene.

**Ključne riječi:** tekstura tla, natrijev pirofosfat, natrijev heksametafosfat

### Uvod

Mehanički sastav tla (MST) jedan je od najvažnijih parametara fizikalnih značajki tla koji ima utjecaj na gotovo sva fizikalna i pojedina kemijska svojstva tla. Definira se kao postotni maseni udio primarnih čestica odnosno mehaničkih elemenata u tlu (Kettler i sur., 2001.). Mehaničke elemente klasificiramo prema veličini, a najčešće se u uzorcima tla određuju krupni i sitni pijesak, krupni i sitni prah te glina. U tablici 1 prikazana je veličina mehaničkih elemenata (FAO, 2006.). MST utječe na distribuciju pora u tlu, retenciju te kretanje vode kroz tlo, odnosno predstavlja važnu ulogu u reguliranju vodo-zračnog režima tla (Hajnos i sur., 2006.). Osim toga, MST je značajan čimbenik ishrane bilja (Vukadinović i Lončarić, 1997.). Kalcijev karbonat u tlu potiče agregaciju tla kroz procese cementacije, odnosno sadržaj kalcijevog karbonata u tlu djeluje na sprječavanje disperzije strukturnih agregata (Amezket, 1999.). Isti autor navodi kako povećan sadržaj organske tvari također ima pozitivne utjecaje na strukturu kao i na stabilnost agregata. Odnos između organske tvari i agregacije su pod velikim utjecajem seskvioksida. Uz kalcijev karbonat, organsku tvar i seskvioksidi potiču agregaciju čestica tla. Agregirajuća uloga organske tvari može biti manje učinkovita u tlima koja sadrže velike količine seskvioksida (Six i sur., 2002.).

Tablica 1. Veličina mehaničkih elemenata prema FAO (2006.)

Mehanički elementi	Promjer čestica, mm
Krupni pijesak	2,0 – 0,2
Sitni pijesak	0,2 – 0,063
Krupni prah	0,063 – 0,02
Sitni prah	0,02 – 0,002
Glina	< 0,002

Standardne metode za određivanje MST baziraju se na prosijavanju (suho i mokro) za krupnije čestice tla i sedimentaciji za sitnije čestice tla (Gee i Bauder 1986.). Postupci vezani za sedimentaciju mogu uključivati dekantaciju, areometriju (hidrometriju) te pipetiranje. Suho prosijavanje odnosi se na određivanje masenog udjela različitih frakcija skeleta (> 2 mm), dok se mokro prosijavanje odnosi na određivanje udjela različitih frakcija sitnice (< 2

mm). Metoda mokrog prosijavanja kroz sita koristi se za izdvajanje čestica pijeska dok se metoda pipetiranja koristi za određivanje frakcija gline i praha, a bazirana je na Stokesovom zakonu (Gee i Or, 2002.).

Analiza MST započinje disperzijom, odnosno kemijskom dezagregacijom agregata tla na mehaničke elemente od kojih se oni sastoje. Disperzija, kao ključni korak u analizi MST podrazumijeva primjenu različitih alkalnih otopina natrijevih polifosfata (npr. Na-pirofosfat i Na-heksametafosfat) koji zamjenjuju  $\text{Ca}^{2+}$  ion sa  $\text{Na}^+$  ionom u adsorpcijskom kompleksu tla, što dovodi do dezagregacije i disperzije primarnih čestica tla (Kettler i sur. 2001.). Kemijsko sredstvo koje se koristi kod disperzije čestica tla nije univerzalno propisano. Norma HRN ISO 11277: 2011 preporuča korištenje natrijevog heksametafosfata ( $\text{NaPO}_3$ )<sub>6</sub> u smjesi sa Na-karbonatom ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) (Na-H), no dozvoljava i korištenje drugih disperznih sredstava. Jedno od najčešće korištenih je natrijev pirofosfat ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \times 12\text{H}_2\text{O}$ ) (Na-P).

Cilj istraživanja bio je utvrditi djelovanje dva disperzna sredstva (Na- pirofosfat i Na-heksametafosfat u smjesi sa Na- karbonatom) na rezultate analiza mehaničkog sastava tla te utvrditi razliku u teksturnoj interpretaciji podataka s obzirom na primjenjeno disperzno sredstvo.

### Materijal i metode

Za potrebe analiza korišteno je 20 uzoraka tla iz arhive Zavoda za pedologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu. S obzirom da su tla u Hrvatskoj najčešće praškasto ilovaste teksture, za analizu su izabrani uzorci koji su dominantno takvi. Svi uzorci tla bili su nekarbonatni, te vrlo slabo ili slabo humozni (< 2% humusa), s ciljem da se eliminira ili smanji potreba za uklanjanjem karbonata ili organske tvari prilikom pripreme uzoraka za analizu. Prije početka analize uzorci su osušeni, usitnjeni i prosijani kroz sito otvora promjera 2 mm (HRN ISO: 11464:2009). Analiza MST određena je prema modificiranoj HRN ISO 11277:2011 normi (izostavljen je tretman uzoraka vodikovim peroksidom u svrhu spaljivanja organske tvari tla). U svakom uzorku tla MST analiziran je jednom za svako primjenjeno disperzno sredstvo, dakle jednom nakon tretmana sa Na-P i jednom nakon tretmana sa Na-H. Svakom uzorku pridružena je teksturna oznaka pomoću teksturnog trokuta (FAO, 2006.).

Statističke analize podataka provedene su t-testom za zavisne uzorke u statističkom paketu SAS System for Win ver. 9.1.3 (Copyright 2002-2003 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.).

### Rezultati i rasprava

Statističkom analizom utvrđeno je kako Na-P i Na-H različito utječu na disperziju pojedinih frakcija MST. Naime, iako statistički značajnih razlika u sadržaju krupnog i sitnog pijeska između uzoraka tretiranih s Na-H u odnosu na uzorke tretirane Na-P nije bilo, one su utvrđene kod frakcija krupnog i sitnog praha te gline (Tablica 2).

Različit utjecaj sredstava na disperziju pojedinih frakcija u uzorcima tla može se pripisati različitom afinitetu pojedinih frakcija određenim disperznim sredstvima. Rodrigues i sur., (2011.) navode kako pH koji se razvije u suspenziji tla i disperznog sredstva ima utjecaj na dezagregaciju odnosno djelovanje disperznog sredstva na način da povećanje pH vrijednosti suspenzije rezultira povećanom disperzijom frakcija tla. Isti autori navode kako je primjena NaOH kao disperznog sredstva učinkovitija od primjene Na-P i Na-H jer dovodi do povećanja pH te stvaranja negativnih naboja i zamjene kationa sa  $\text{Na}^+$  na adsorpcijskom kompleksu. Borja i sur., (2015.) istraživali su utjecaj različitih disperznih sredstava na rezultate mehaničkog sastava te su uočili kako je NaOH imao najbolji učinak na disperziju što pripisuju velikoj koncentraciji  $\text{Na}^+$  iona u otopini dok između primjene Na-H i Na-P nisu

dobili značajne razlike u dezagregaciji frakcija tla. Općenito, koncentracija čistog natrija u smjesi Na-H i Na-karbonata nešto je veća u odnosu na molekulu Na-P što bi u našem slučaju mogao bit uzrok različitom djelovanju disperznih sredstava na disperziju pojedinih frakcija. Perković i sur., (2013.) uspoređivali su dvije metode analize MST, metodu prosijavanja i pipetiranja nakon pripreme tla s Na-pirofosfatom prema (Škorić, 1956.) i metodu prema ISO 11277: 2009 koja kao disperzno sredstvo koristi Na-heksametafosfat. Na analiziranim uzorcima nisu utvrdili statistički značajne razlike u mehaničkom sastavu tla između dvije metode odnosno između dva korištena disperzna sredstva.

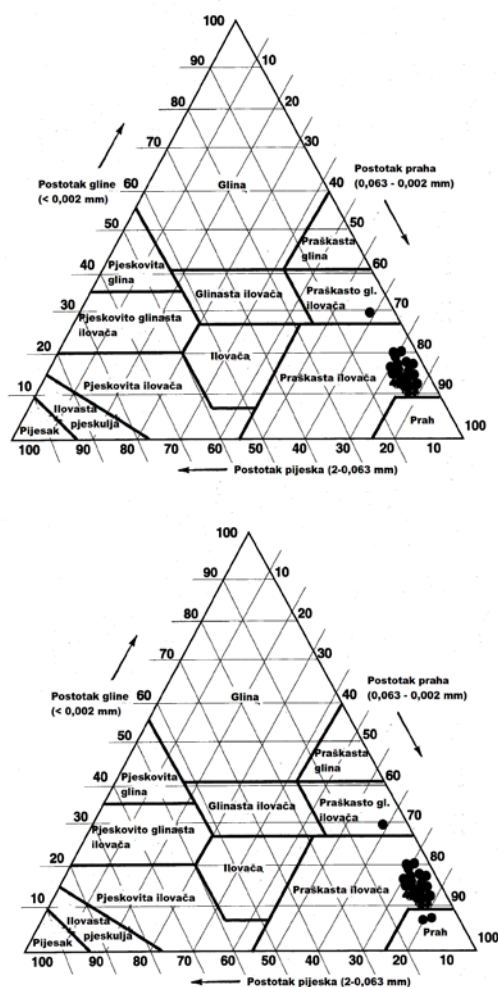
Tablica 2. Deskriptivna statistika za sadržaj mehaničkih elemenata u uzorcima tla analiziranih nakon primjene Na-pirofosfata (Na-P) i Na- heksametafosfata (Na-H)

Parametar	Krupni pijesak		Sitni pijesak		Krupni prah		Sitni prah		Glina	
	2,0 – 0,2 mm		0,2 – 0,063 mm		0,063 – 0,02 mm		0,02 – 0,002 mm		< 0,002 mm	
	Na-P	Na-H	Na-P	Na-H	Na-P	Na-H	Na-P	Na-H	Na-P	Na-H
<b>N</b>	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<b>Min.</b>	0,1	0,1	0,1	1,5	39,9	39,4	26,2	28,7	13,1	10,9
<b>Max.</b>	2,7	2,6	3,5	4,2	51,4	49,7	36,7	38,4	29,7	28,2
<b>Aritmetička sredina</b>	0,7a	1,0a	2,5a	2,8a	46,3a	45b	30,1b	33,1a	19,5a	18,1b
<b>Standardna devijacija</b>	0,7	0,7	0,8	0,6	2,9	2,8	3,3	3,2	4,2	4,4
<b>Medijan</b>	0,5	1,1	2,7	2,9	46,6	45,4	30,0	31,9	19,5	19,4

(Različita slova pridružena vrijednostima aritmetičke sredine označavaju statistički značajnu razliku između tretmana kod pojedinih frakcija, dok ista slova označavaju nepostojanje statistički značajne razlike u tretmanima kod pojedinih frakcija)

Kod određivanja teksturne klase temeljem dobivenih rezultata analize MST je utvrđeno da ne postoje velike razlike, ovisno o primijenjenom sredstvu za disperziju tla. Naime, od 20 uzoraka tretiranih Na-P 19 uzoraka ima teksturnu oznaku praškaste ilovače (PrI) dok je jedan uzorak okarakteriziran kao praškasto glinasta ilovača (PrGI). Uzorci tla koji su tretirani Na-H također su dominantno praškasto ilovaste (PrI) teksture (17 uzoraka), dva uzorka imaju teksturnu oznaku praha (Pr) dok je jedan uzorak okarakteriziran kao praškasto glinasta ilovača (PrGI).

Pomak u teksturnoj interpretaciji kod dva uzorka iz PrI u Pr s obzirom na tretman različitim disperznim sredstvom može se pripisati činjenici da su se upravo ta dva uzorka nalazila na granici između teksturnih klasa (PrI i Pr), a razlike u udjelu frakcija između dva disperzna sredstva dovele su do pomaka iz jedne teksturne klase u drugu. Osim navedenog, do razlike u teksturnoj interpretaciji za dva navedena uzorka moglo je doći i uslijed pogreške rada analitičara (npr. pipetiranje, odvaga uzorka i sl.)



Slika 1. Teksturni trokuti za određivanje teksturne klase analiziranih uzoraka prema FAO (2006.) (Lijevi trokut predstavlja teksturne klase uzoraka tretiranih Na-P, dok desni predstavlja teksturne klase uzoraka tretiranih Na-H).

## Zaključak

Korištenjem dva disperzna sredstva (Na-pirofosfata i Na-heksametafosfata) u analizi mehanikog sastava tla prema modificiranoj normi HRN ISO 11277:2011, utvrđeno je da, ovisno o korištenom sredstvu, postoje statistički značajne razlike u udjelima praha i gline, ali ne i u udjelima krupnog i sitnog pijeska. Nadalje, razlika u teksturnim klasama, obzirom na korišteno dezagregacijsko sredstvo, uočena je samo kod dva uzorka. Stoga se nepotpuno ujednačen učinak dva ispitana sredstva za disperziju tla za pojedine namjene može zanemariti. Daljnjim istraživanjima trebalo bi ispitati djelovanje različitih disperznih sredstava na tla različitih teksturnih klasa, kao i različitih sadržaja organske tvari, kalcijevog karbonata i seskvioksida.

## Literatura

- Amezket, E. (1999). Soil aggregate stability: a review. *Journal of Sustainable Agriculture* 14. Str. 83-151
- Borja, K., Mercado, J., Combatt, E. (2015). Methods of mechanical dispersion for determining granulometric fractions in soils using four dispersant solution. *Agronomia Colombiana* 33(2), 253-260.

- FAO (2006). Guidelines for soil description, str. 25–29
- Gee, G.W., Bauder, J.W. (1986). Particle size analysis. In: Klute A. (ed.): Methods of Soil Analysis. No. 9, Part 1 in the series Agronomy.
- Gee, G. W., D. Or. (2002). Particle-size analysis. In: J. H. Dane & G. C. Topp (Eds.), Soil Science Society of America Book Series: Vol. 5, Methods of soil analysis. Part 4. Physical methods, str. 255–293.
- Hajnos, M., Lipiec, J., Świeboda, R., Sokołowska, Z., Witkowska-Walczak, B. (2006). Complete characterization of pore size distribution of tilled and orchard soil using water retention curve, mercury porosimetry, nitrogen adsorption, and water desorption methods. *Geoderma* 135. str. 307–314.
- HRN ISO 11464: 2009 Kakvoća tla – Priprema uzoraka za fizikalno-kemijske analize (ISO 11464:2006)
- HRN ISO 11277: 2011 Kvaliteta tla – Određivanje raspodjele veličine čestica (mehaničkog sastava) u mineralnom dijelu tla - Metoda prosijavanja i sedimentacije (ISO 11277:2009)
- Kettler, T. A., W. J. Doran, T. L. Gilbert. (2001). Simplified Method for Soil Particle-Size Determination to Accompany Soil-Quality Analyses, *Soil Science Society of America Journal* 65. str. 849–852
- Loveland, P. G., W. R. Whalley. (2001). Particle size analysis. In: Smith K.A, Mullins C.E. (eds.): Soil and Environmental Analysis. Physical Methods. Marcel Dekker, Incorporation, New York.
- Perković, I., Pernar, N., Bakšić, D. (2013). Usporedba dvije metode prosijavanja i sedimentacije za određivanje granulometrijskog sastava tla – mogućnosti i ograničenja i interpretacije, *Šumarski list* 11-12. str. 567-574.
- Rodrigues, C., Oliveira, V.A., Silveira, P.M., Santos, G.G. (2011). Chemical dispersants and pre-treatments to determine clay in soils with different mineralogy. *Revisita Brasileira de Ciência do Solo* 35, 1589-1596.
- Six, J., Feller, C., Denef, K., Ogle, S. M., de Moraes Sá, J. C., Albrecht, A. (2002). Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils - effect of no-tillage. *Agronomie* 22, str. 755–775.
- Škorić, A. (1965.) Pedološki praktikum, Zagreb 1965, pp. 18-23
- Vukadinović, V., Lončarić, Z. (1997.) Ishrana bilja, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek

## **Influence of dispersion agents on the results of the analysis of the particle size distribution**

### **Abstract**

Particle size distribution (PSD) of soil is determined laboratory after dispersion of structural aggregates with chemical agents or water. The aim was to determine whether there are significant differences in results of the PSD analysis and in interpretation of the soil texture, considering the application of different disaggregation means. In 20 soil samples, PSD was determined, after dissociation with Na-pyrophosphate (Na-P) and Na-hexametaphosphate (Na-H). Na-P and Na-H did not work just as well as disaggregating all PDS fractions. However, when determining textural soil class, the difference is established only in two samples. The different effect of Na-P and Na-H on soil dispersion may be neglected in the interpretation of MST results for practical, agricultural purposes.

**Key words:** Particle size distribution, Sodium pyrophosphate, Sodium hexametaphosphate

## Analiza vegetacije nakon požara u šumskom ekosustavu - primjer g.j. Trepča

Marko Ožura<sup>1</sup>, Krunoslav Rodman<sup>2</sup>, Miljenko Gašparac<sup>3</sup>, Izidor Drvar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Veleučilište u Karlovcu Trg J.J. Strossmayera 9, Karlovac, Hrvatska  
(kontakt.marko.ozura@vuka.hr)*

<sup>2</sup>*Hrvatske šume, d.o.o., Šumarija Gvozd, Kralja P. Svačića 5, Vrginmost, Hrvatska*

<sup>3</sup>*JUNP Risnjak, Bijela Vodica 48, Crni Lug Hrvatska*

<sup>4</sup>*Hrvatske šume, d.o.o., Šumarija Karlovac, Put D. Trstenjaka 1, Karlovac, Hrvatska*

### Sažetak

Šumski požari nastaju kao prirodna pojava ili posljedica ljudskog djelovanja što često uzrokuje požare u kontinentalnim šumama. Promatrana gospodarska jedinica "Trepča" je izrazito rascjepkana sa mnogobrojnim napuštenim pašnjacima koji se povremeno pale. Svaki požar ima neizmjeran utjecaj na stanište i bioraznolikost, uništenje/smanjene općekorodne funkcije šuma i migracije vrsta. Iako su negativne posljedice vidljive, pozitivne je moguće uočiti tek kroz dvije-tri vegetacijske godine kad pionirske i klimatogene vrste na tom staništu u zajedničkoj korelaciji stvore uvijete za novi početak i razvoj ekosustava. Dugoročno, ovisno o namjeni i uloženoj energiji vlasnika, šumski ekosustav može postati ponovno gospodarski značajan ili degradiran ali bioraznolikiji. Zbog toga požari mogu imati i razarajući i moguće pozitivan utjecaj na brdske kontinentalne šume.

**Ključne riječi:** požar raslinja, brdske šume, bioraznolikost

### Uvod

Šumski požari svojim djelovanjem mogu negativno djelovati na bioraznolikost, no isto tako može se dogoditi da postanu uzrok povećanja bioraznolikosti. Pojavom mnogobrojnih pionirskih zajednica, a time i životinjskih vrsta. Posljedice šumskog požara zavisno od mjesta događaja mogu biti jako izražene u okolišu kroz socijalne i ekološke funkcije, a većinom je posljedica ljudskog djelovanja (Devčić, 2016).

Svaki požar može značajno utjecati/degradirati ekosustav, smanjiti broj vrsta koje obitavaju na opožarenom području, stvoriti neprijelazna područja za vrste kojima je potrebna migracija ili onemogućiti njihovo postojanje, a što primjerice mogu biti otoci, šume posebne namjene ili značajno veća područja nacionalnih parkova (Rosavec i sur., 2011.)

Cilj ovog rada je analizirati utjecaj požara na opožarene dijelove šumskog ekosustava, usporediti kako ljudske aktivnosti utječu na bioraznolikost, te što se događa ako se ista površina prepusti sukcesiji. Istraživanje je vođeno mišlju da požar može predstavljati trenutnu štetu šumskom ekosustavu kojim se gospodari jednodobnim regularnim načinom. U Hrvatskoj na većim površinama prevladava mali broj šumskih zajednica za gospodarske svrhe. Usporedno s time nakon požara i razvoja raznih vrsta ta ista površina može djelovati i kao "stepping stone", zasebni dijelovi koji predstavljaju dio šumskog ekosustava koji je izrazito važan imigraciji ptica, razvojnih stadija kukca ili ishrani (šišmiša). Gledajući vrstu kao pokazatelj biološke raznolikosti svakako mnogo vrsta u zajedničkoj korelaciji je prihvatljivije od jedne na većem prostoru (Šolić, 2003.).



## Materijal i metode

Istraživana Gospodarska jedinica "Trepča" nalazi se između 45° 21'32" i 45° 27'28" sjeverne geografske širine, te između 15°43'45" i 15°53'53" istočne geografske dužine (po Greenwich-u). Smještena je u istočnom dijelu područja Uprave šuma Podružnice Karlovac, na sjevernoistočnom dijelu Korduna, a unutar prijelaznog područja između Pokupske doline i ostalog dijela brežuljkastog područja Korduna i obronaka Dinarskog gorja. Cijela gospodarska jedinica je uglavnom omeđena privatnim posjedima (oranice, travnjaci i pašnjaci), a manje privatnim šumama lokalnog stanovništva. Ukupna površina gospodarske jedinice "Trepča" iznosi 2330,07 ha.

Terensko istraživanje je rađeno na tri plohe (5x5m) da bi se ustanovilo stanje prije požara (Ploha 1), nakon požara sa sanacijom (Ploha 2) te ploha bez ljudskog utjecaja –sukcesija (Ploha 3). Na ostatku gospodarske jedinice rekognosciranjem terena zaključeno je da razlika i bioraznolikost nije signifikantno različita.

Plohe su odabrane u šumskom predjelu Medvedak unutar g.j.Trepča na levisiranom tlu, nadmorske visine između 225 i 325m. Predio je odabran, jer je to područje uzastopno bilo zahvaćeno požarima raslinja prošlih godina. Terenski dio ređen je tijekom lipnja, srpnja i kolovoza 2017. godine.

## Rezultati i rasprava

Analizom stanja iz tablice 1 vidljivo je da kontrolna ploha (ploha 1) predstavlja čistu sastojinu bukve sa primjesom drugih vrsta starosti cca 10 godina, sa provedenim šumsko-uzgojnim radovima pomlatka mladika, potpunog sklopa i dobre zasjenjenosti tla, stabla su kvalitetna iz sjemena. Sloj grmlja i prizemnog rašča su nezastupljeni u ljetnom aspektu samo tlo pokriveno listincem od 10 cm. Gledajući rezultate plohe 1. to je stanište nepovoljno za ptice. Gospodarski degradirano, ali po stupnju bioraznolikosti povoljno što navodi Dumbović i sur., 2006 zato jer mrtvo i odumrlo drvo predstavlja iznimno važan element za mikro stanište za brojne vrste u šumskom ekosustavu.

Ploha 2 je područje obuhvaćeno sanacijom opožarene površine koje je obnovljeno sadnicama bukve i hrasta te se provode redovni uzgojni radovi za osiguranje i razvitak buduće mlade i zdrave sastojine.

Šumsko uzgojnim radovima njege sa obnovljenih površine uklonjene su pionirske vrste koje su dominantne, ali nisu ekonomski značajne (*Populus tremula*, *Betula pendula*, *Castanea sativa*, *Robinia pseudoacacia*). Od zeljastog bilja za vrijeme terenskog rada na plohi je bilo izrazito razvijen sloj *Rubus fruticosus* i *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. Razvijenost kupine moguće je opravdati i količinom pepela u tlu čija je korist regulacija pH tla, ali prevelike količine mogu dovesti do pojave alkalnosti tla.

Ploha 3. predstavlja područje gdje nije bilo šumsko uzgojnih radova tj. još nije započela sanacija. Te se prirodnom sukcesijom razvile biljne vrste koje su gotovo u potpunosti zauzele mjernu površinu. Ploha je pokrivena drvećem raznih starosti gotovo u potpunosti neprohodna sa izrazito razvijenim zeljastim biljem (kupina, paprat). Na plohi je između ostalog zapaženo i niz životinjskih vrsta (mravi, razni leptiri, te kestenova osa šiškarića)

Ploha 3 najzastupljenija biljnim vrstama, gotovo neprohodna, obiluje pionirskim vrstama, heliofitima i među njima nalazimo i bagrem (*Robinia pseudoacacia*) koji ubrajamo u alohtone vrste izrazito agresivnog širenja, a pronalazimo i kestenovu osu šiškariću (*Dryocosmus kuriphilus*), alohtona invazivna vrsta na pitomom kestenu.

Dakle na plohi 3 je zabilježena visoka biološka raznolikost no primjećena je površinska erozija tla, panjača bukve i kestena izrazito je loše kvalitete, ekonomski neisplativa u budućnosti, no uz značajna ulaganja u šumsko uzgojne radove može se prevesti u kvalitetniju šumsku zajednicu.

Tablica 1: Analiza vrsta, zastupljenosti i brojnosti na pokusnim plohama

VRSTE	P1	P2	P3
	E 442 467.147	E 442455.949	E 442472.749
	N 5030930.146	N 5030983.346	N 56309986.146
<i>Castanea sativa</i>	5,89%	-	20,69%
<i>Fagus sylvatica</i>	94,11%	62,5%	24, 14%
<i>Populus tremula</i>	-	-	29,31%
<i>Betula pendula</i>	-	-	6,89%
<i>Prunus avium</i>	-	-	3,5 %
<i>Carpunus betulus</i>	-	-	10,34 %
<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	-	5,17 %
<i>Quercus petraea</i>	-	37,5%	-

Požari svojim djelovanjem pridonose uništenju samoobnovljivog dobra- gospodarski važne šume, te je potreban dugi niz godina, obzirom da je šuma izrazito dinamičan ekosustav, da bi se obnovila. Nakon požara vrlo često se na opožarenim površinama javljaju pionirske vrste drveća koje su obično brzorastuće ali manje vrijedne u ekonomskom pogledu a zemljište na kojem se dogodio požar izloženo je raznim degradacijama (Kalač, 2014.).

Požari isto tako predstavljaju dio prirodnog ciklusa samnoobnavljanja i novog rasta šumskih zajednica. No takav slučaj moguće je zapaziti u RH većinom na teže degradiranim i zapuštenim poljoprivrednim površinama ili u primorskom kraju gdje obitavaju pirofitne vrste.

Prilikom nestanka vegetacije koja je postojala na određenom zemljištu može se dogoditi ubrzana erozija tla te imati vrlo štetne posljedice za budući razvoj biljne zajednice ali još više ako je to područje sanirano pošumljavanjem te na taj način došlo i do gubitaka velikih materijalnih sredstava koja su uložena u sanaciju opožarenog zemljišta (Butorac i sur. 2009.)

Prema tome dugoročno održavanje biološke raznolikosti i funkcionalne cjelovitosti šumskih ekosustava postoji glavno načelo gospodarenja šumama a svaki stres koji se dogodi (požar, čista sječa) može imati negativne posljedice u budućnosti (Čavlović, 2013.).

Obzirom na stres koji požar izaziva opožarena površina izgubila je svojstvo šumskog zemljišta tj. zemljišta obraslog šumom te se pristupilo radovima sanacije i pošumljavanja koji iziskuju velika financijska sredstva nabave sadnog materijala, sadnje kao i kasnije uzgojnih radova u budućoj sastojini. (Matić i Prpić, 1983).

Konkretno u g.j. Trepča jedan dio površina obnovljena je sadnicama hrasta kitnjaka uz primjenu polipropilenskih štitnika „Tully-evih cijevi“ koje pružaju zaštitu od divljači i djelom korova. Obzirom na intenzitet pionirskih vrsta na požarištu Tulijeve cijevi su uspješan izbor za primjenu kad se hrast koristi kao vrsta za obnovu opožarenih površina.

Obzirom da je pri terenskom radu uočeno mnoštvo mrtvog drveta (ležećeg i stojećeg) možemo reći da je površina iznimno povoljna za razvoj životnih zajednica insekata koji u takvom okolišu mogu pronaći idealne životne uvjete. S njima se povećava i bioraznolikost tj. povećavanjem broja kukaca povećava se i broj ptica koje kukce koriste kao svoj primaran izvor hrane.

### Zaključak

Analizom na pokusnim plohama utvrđene su značajne razlike između čiste i njegovane sastojine bukve kao kontrolne i plohe koja je zadržala svoj oblik čiste sastojine bukve i sjemena te se razvija kao kvalitetna buduća šumska sastojina dok je na plohi sukcesije utvrđena mnogo veća bioraznolikost ali i nekvalitetnost buduće sastojine kao ekonomski prosperitetna te je uz to postala i moguće žarište nove invazivne vrste.

Uz to na cijelom opožarenom području primjećuje se značajna erozija tla, vododerine koje ispiru humus i osiromašuju tlo. Cijela opožarena površina je u fazi obnove popunjavanjem i/ili njegovom već obnovljenih dijelova koji će biti potrebni još dugi niz godina da bi se dobila kvalitetna šumska sastojina sa punim značajkama općekorisnih funkcija šuma sa pripadajućim životinjskim vrstama koje tu obitavaju.

Sadašnje stanje predstavlja djelomice kvalitetnu budućnost za određene vrste kojima je potrebno mrtvo drvo (ležeće ili stojeće) te kao kvalitetna i iznimno bogata hranilišta mnogobrojnih ptičjih vrsta i šišmiša koji zbog bujanja porodica insekata tu mogu pronaći ishranu obzirom da se radi o većem prostoru.

### Literatura

- Butorac L., Topić V., Jelić G. (2009). Površinsko otjecanje oborina i gubici tla u opožarenim kulturama alepskog bora na Koluvijskom, Šumarski list br.3-4. 165.-174.
- Čavlović, J. (2013). Osnove uređivanja šuma, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb. 49.-88. i 110.-113.
- Devčić, I. (2016). Šumski požari, Hrvatske šume Vol. 232.
- Dumbović, V., Kralj J., Samardžić I. (2006). Život na mrtvo drvetu, Gospodarenje šumama i zaštita šumskih ptica u Parku prirode Papuk. JU PP Papuk. Raspoloživo: <https://pp-papuk.hr/wp-content/uploads/2014/02/ptice1.pdf>
- Hrvatske šume d.o.o.(2015). Osnova gospodarenja, G.J. "TREPČA", 1.1.2016.-31.12.2025., Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, Karlovac 2016. 2-25
- Kalač D. (2014). Da bi se šuma obnovila poslije požara potrebno je 70 godina Raspoloživo: <https://cemovsko.wordpress.com/2014/01/24/da-bi-se-suma-obnovila-potrebno-je-70-godina/>
- Matić S., Prpić B. (1983). Pošumljavanje, Savez inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije Hrvatske, Zagreb. 12.-65.
- Mijat V. (2014). Pepeo izvor plodnost tla, ali i zaštite Raspoloživo: <http://www.agroclub.com/povrcarstvo/pepeo-izvor-plodnosti-tla-ali-i-zastite/12548/>
- Rosavec R., Španjol Ž., Bakšić N. (2012.). Šumski požari kao ekološki i krajobrazni čimbenik u području Dalmatinske zagore, Vatrogastvo i upravljanje požarima br 3/212., vol 1. 51.-64.
- Šolić M. (2003). Osnove ekologije, Raspoloživo: <http://jadran.izor.hr/hr/nastava/solic/EKOLOGIJA/PREDAVANJA/01.%20STO%20JE%20EKOLOGIJA.pdf>

## **Analysis of vegetation after wildfire in a forest ecosystem - Example management unit Trepča**

### **Abstract**

Forest fires occur as a natural phenomenon or as a result of human activity, which is also the main cause of their presence in continental forests. The analysed economic unit "Trepča" is highly fragmented with numerous abandoned pastures that are occasionally put under fire. Each fire has an unimaginable impact on habitat and biodiversity in which it occurs, habitat destruction, reduced ecosystem services provided by forests and migration of species that depend on it. Although the negative consequences are visible, positive ones can only be observed in two or three vegetation years when pioneering species and species living in this habitat in a common correlation create the conditions for a new beginning and the development of a completely different ecosystem. In the longturn, depending on the purpose and the energy that the owner puts into it, the forest ecosystem can become economically important or degraded but with more biodiversity. This is why fires can have a devastating and possibly positive impact on continental mountain forests.

**Key words:** forest fire, continental forest, biodiversity

## Aeroallergen survey of Vukovar-Srijem County using a Burkard volumetric spore trap

Edita Štefanić<sup>1</sup>, Nataša Radojčić<sup>2</sup>, Mario Frolich<sup>3</sup>, Klara Štefanić<sup>4</sup>, Darko Dimić<sup>5</sup>, Eleonora Musser<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, J.J. Strossmayer University in Osijek, V. Preloga 1, Osijek, Croatia (estefanic@pfos.hr)

<sup>2</sup>Vukovar-Srijem County, Croatia, Županijska 9, Vukovar

<sup>3</sup>Highschool Gaudeamus in Osijek, Školska 6, 31000 Osijek, Croatia – professor

<sup>4</sup>Highschool Gaudeamus in Osijek, Školska 6, 31000 Osijek, Croatia – student

<sup>5</sup>Faculty of Agriculture, J.J. Strossmayer University in Osijek, V. Preloga 1, Osijek, Croatia - student

### Abstract

The analysis of air was performed through the collection of pollen and spores using a Burkard Volumetric Spore Trap and was conducted during 2017 in Vukovar (Croatia). The relationship between investigated fungal spores, and pollen genera, and selected meteorological parameters were examined. *Ambrosia* and *Urticaceae* were the major contributors to the total pollen airspora, followed by *Poaceae* and *Betula*. Fungal spores showed one period of high sporulation, from June to September. *Cladosporium* was by far the most abundant spore identified, followed by *Alternaria*. Weather conditions play an integral role in the passive and active discharge of spore and pollen.

**Key words:** aeroallergens, Burkard Volumetric Spore Trap, meteorological parameters, pollen, fungal spores

### Introduction

Airborne pollen and spore allergens have been implicated as one of the main causes of allergic respiratory problems in Europe and other parts of the world (D'Amato and Spieksma, 1995). Pollen is the male gametophyte of seed plants and is produced as part of the sexual reproduction cycle. Fungal spores, uni- or multicellular, are reproductive or distributional structures produced during the life cycle of fungi. Their presence and dispersion in the atmosphere depends on a wide range of factors including meteorological (temperature, rain, humidity, wind, etc.), biological (physiological state of plants, plant distribution, pollinators, etc.) and topographical issues.

In the last decades, many studies have showed that those particles may be responsible for various pathologies in the respiratory tract (D'Amato et al., 2007) and an increasing number of aerobiological investigations has been conducted around the world (Bilisik et al., 2007, Melger et al., 2012, Pepeljnjak and Ševgić 2003).

The objective of this paper is to present a study of the atmospheric pollen and spore content of Vukovar-Srijem county, show the seasonal behaviour of selected different pollen and spore type and to determine which environmental factors favoured their abundance in the air.

### Material and Methods

Air samples were collected continuously using a 7-day volumetric spore trap (Hirst 1952) during the 2017 vegetation season (from the beginning of March through the end of

September). The sampler was situated at the rooftop of the Vukovar City Hall (45<sup>0</sup>21' N, 19<sup>0</sup>00' E) 12 m above the ground level. The instrument has a 2 x 14 mm intake orifice through which the air is impacted onto drum, rotating once every 7 days. A vacuum pump allows suction of ten liters of air per minute that is the equivalent of human inhalation. Airborne particles were trapped on a drum wrapped with Melinex tape and coated with silicone oil. The drum was changed on a weekly basis, on Monday at 9:00 local time. In a sterile laboratory condition a tape was cut into seven 48mm length segments which correspond to a 24-h period and were mounted with glycerin jelly according to the procedure proposed by the British Aerobiology Federation (Lacey and Allitt, 1995).

Permanent microscope slides were examined using a light microscope under 400x magnification by counting all pollen and spore on four longitudinal transects (Käpylä and Penttinen 1981). Pollen grains and fungal spores were identified by their morphological features mostly up to the genus level. Only data from dominant pollen (*Betula*, *Poaceae*, *Urtica*, *Ambrosia*) and fungal spore (*Alternaria*, *Cladosporium*) were presented in this study.

Selected meteorological parameters were obtained from the local weather station. The weather data included in this study were maximum, minimum and mean air temperature, daily temperature range (DTR), rainfall, relative humidity and wind speed.

First, the relationship between selected pollen and spore counts and weather parameters was explored in SPSS for Windows 21 using Spearman's rank test since the concentration of pollen and spores was found not to be normally distributed (Kinnear and Gray, 1999). Then, the relationship between selected pollen and spores was examined using RDA in Canoco 5.0 of (ter Braak and Šmilauer, 2012). Results of this ordination technique were presented graphically on biplots, where meteorological parameters were shown as arrows, whereas selected aeroallergen types were presented by their Latin names. The significance of correlation between weather factors and distribution of aeroallergen particles depended on the length of the arrows. The longer the arrow, the stronger the correlation (Šmilauer and Lepš, 2014).

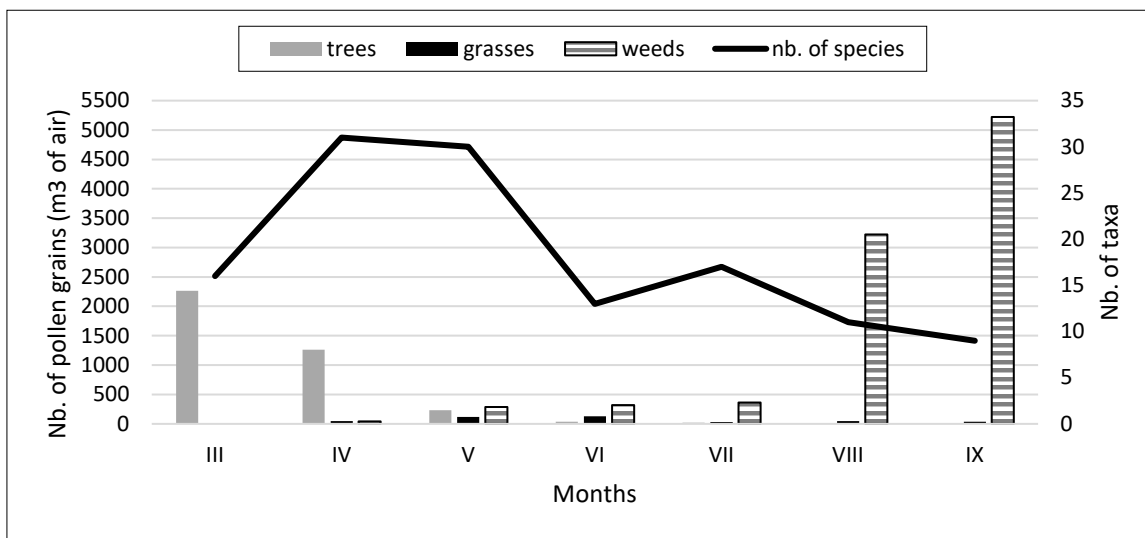
## Results and discussion

The air contains an enormous number of biological particles of various origins, shapes and number. They constitute atmosphere aerosol but concentration and proportion of different pollen and spore types can significantly vary from one region to another (Emberlin et al., 2000.).

Thirty seven pollen species were recorded during the study period and the main pollen producers characterized by allergenic pollen were genus *Betula* and *Ambrosia* and families *Poaceae* and *Urtica*. Non-arboreal pollen (grasses and weeds) predominantly contributed to the total pollen sum with a percentage of 72.07%, followed by arboreal (tree) pollen with 27.93% (Graph 1). The major pollen concentration period was observed in late summer, particularly in September with significant domination of highly allergenic ragweed (*Ambrosia*) pollen. Families *Urticaceae* and *Poaceae* characterize season long pollination although with much lower concentrations in the air than ragweed. Arboreal species were detected in the Spring period. Although in March pollinated also taxa such as *Alnus*, *Fraxinus*, *Populus*, *Cupressaceae* and *Salix*, *Betula* pollen has been recorded as a dominant one, particularly in April.

The richness of the pollen types varied throughout the investigated period and the maximum number of pollen types were registered in April (31 types), followed by May (30 types). In the month with the highest pollen count, September, had been recorded with only 9 pollen types.

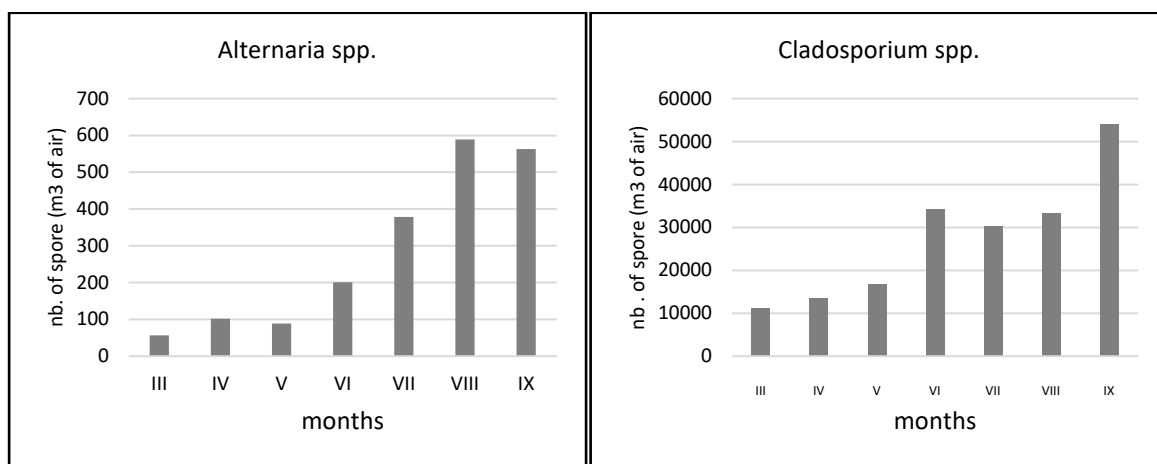
However, there were some differences in pollen spectrum and number in the neighbouring city Vinkovci, where *Urticaceae* were the most frequent and the most abundant pollen type (Stefanic et al., 2007).



Graph 1. Distribution of allergen-producing species in Vukovar during the study period

In an outdoor environment, the source of fungal spores includes cereal crops, decaying vegetables and organic wastes, on which fungi thrive. Seasonal distribution of two dominant fungal spore types is shown on Graph 2. Spore of *Cladosporium* and *Alternaria* were found in the air in Vukovar practically throughout the whole year. Prevalence of *Cladosporium* spp. spores among other fungal genera has been reported repeatedly (Grinn-Gofron, 2007.).

The contribution of *Cladosporium* spores was significantly higher (86,4%) to the total spore catch. Their high concentration was observed starting from June, with the maximum in September. Distribution of *Alternaria* spp. was similar to *Cladosporium* spp, but with the significantly lower concentrations and with the peak in August.



Graph 2. Distribution of *Alternaria* spp. and *Cladosporium* spp. spore in Vukovar during the study period (Note the different scales)

Meteorological factors have an important influence on each selected taxon (Table 1). *Alternaria* spores were positively correlated with mean, maximum and minimum temperatures. Besides the dependence on temperature, the distribution of *Cladosporium* spp

spores was negatively correlated with humidity and rainfall. Spearman coefficient shows that temperature (mean, minimum and maximum) and wind speed are the meteorological parameters that best explain atmospheric pollen concentration, confirming the research done by Ribeiro et al. (2003.).

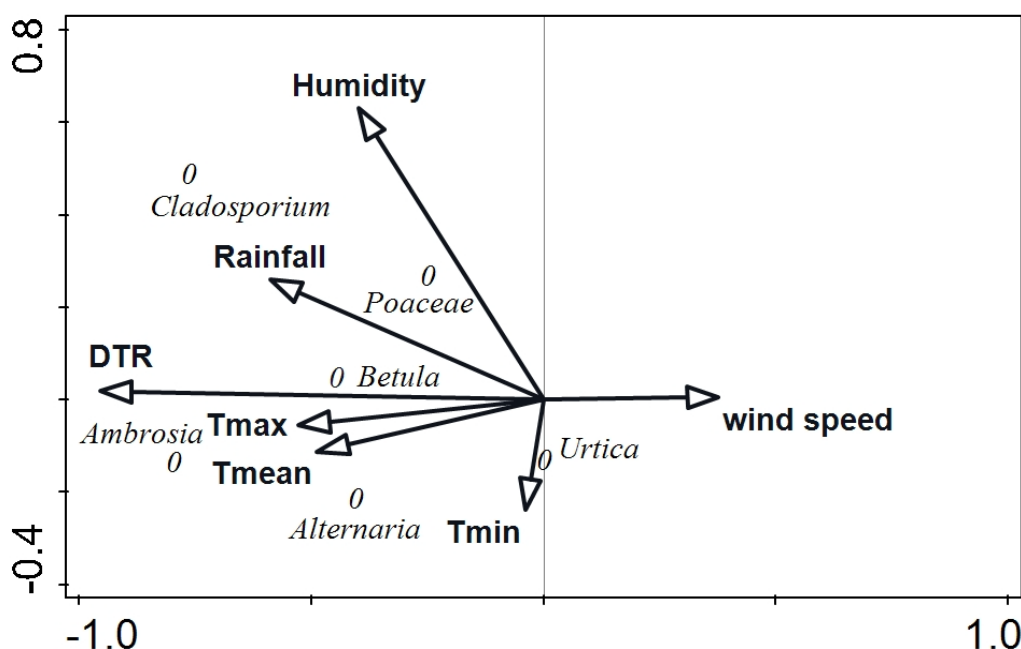
Table 1. Results of Spearman's rank test between concentration of main aeroallergens and meteorological parameters

Taxon	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmean (°C)	DTR <sup>‡</sup> (°C)	Rainfall (mm)	Humidity (%)	Wind speed (m/s)
<i>Alternaria</i>	0.46*	0.39*	0.24*	0.19	-0.38	-0.45	0.13
<i>Cladosporium</i>	0.72*	0.33*	0.59*	0.41*	-0.20*	-0.33*	0.08
<i>Betula</i>	-0.31	-0.46*	-0.39*	0.03	-0.17	0.26	0.11
<i>Poaceae</i>	0.15	0.28*	0.35	0.28**	0.56*	-0.43**	0.14
<i>Urtica</i>	0.29*	0.54*	0.39*	0.22*	-0.18*	-0.19**	0.23**
<i>Ambrosia</i>	0.12*	0.29*	0.43*	0.31*	0.09	-0.09	0.37

<sup>‡</sup>DTR –daily temperature range (Tmax-Tmin)

\*p<0.05 (significance level)

The relationship between explanatory and investigated variables are visually presented at Graph 3. The first and second RDA axes explained 29.8 and 33.3% of the variance, respectively. Based on the length of the arrows, meteorological parameters could be described in the following descending order of importance: daily temperature range, humidity, rainfall, maximum and mean temperature, wind speed and minimum temperature.



Graph 3. Results of RDA presenting selected aeroallergens and meteorological parameters during the study period



## Conclusion

The most abundant pollen (*Ambrosia*, *Urticaceae*, *Betula* and *Poaceae*) and spore types (*Cladosporium* and *Alternaria*) exposed a correlation with meteorological factors. Humidity, daily temperature range and rainfall influenced the presence of selected biological particles in the air.

## References

- D'Amato G., Spieksma F.T.M. (1995). Aerobiologic and clinical aspects of mould allergy in Europe. *Allergy* 50:870-877.
- D'Amato G., Cecchi L., Bonini S., Nunes C., Annesi-Maesano I., Behrendt H., Licardi G., Popov T., Van Cauwenberge P. (2007). Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy*, DOI: 10.1111/j.1398-9995.2007.01393.x
- Bilisik A., Yenigun A., Bicakci A., Eliacik K., Canitez Y., Malyer H., Sapan N. (2007). An observation study of airborne pollen fall in Didim (SW Turkey): years 2004-2005. *Aerobiologia*, DOI: 10.1007/s10453-9077-8
- Emberlin J., Jäger S., Dominiquez-Vilchez E., Galan C., Hodal L., Mandrioli P. et al. (2000). Temporal and geographical variations in grass pollen seasons in areas of western Europe: Analysis of season dates and sites of European information system. *Aerobiologia*, 16, 373-379.
- Grinn-Gofron A. (2007). *Cladosporium* spores in the air of Szczecin. *Acta Agrobotanica* 60 (2):99-104.
- Hirst J. (1952). An automatic volumetric spore trap. *Ann App Biol* 39: 257-265.
- Käpylä & Penttinen A. (1981). An evaluation of the microscopical counting methods of the tape in Hirst-Burkard pollen and spore trap. *Grana*, 20: 131-141.
- Kinney P.R., Gray C.D. (1999). *SPSS for Windows Made Simple*. Third Edition, Psychology Press Ltd, UK.
- Lacey J., Allitt U. (1995). *Airborne pollen and spores, a guide to trapping and counting*. The British Aerobiology Federation, Harpenden.
- Melger M., Trigo M.M., Recio M., Docampo S., Garcia-Sanches J., Cabezudo B. (2012). Atmospheric pollen dynamics in Munster, north western Germany: a three-year study (2004-2006). *Aerobiologia*, DOI: 10.1007/s10453-012-9246-2
- Pepeljnjak S., Ševgić M. (2003). Occurrence of fungi in air and on plants in vegetation of different climatic regions in Croatia. *Aerobiologia* 19:11-19.
- Ribeiro H., Cunha M., Abreu I. (2003). Airborne pollen concentration in the region of Braga, Portugal, and its relationship with meteorological parameters. *Aerobiologia* 19:21-27.
- Stefanic E., Rasic S., Merdic S., Colakovic K. (2007). Annual variation of airborne pollen in the city of Vinkovci, northeastern Croatia. *Ann Agric Environ Med* 14, 97-101.
- Šmilauer P., Lepš, J. (2014). *Multivariate Analysis of Ecological Data using Canoco 5*. Cambridge University Press.
- Ter Braak, C.J.F., Šmilauer, P. (2012). *Canoco Reference Manual and User's Guide: Software for Ordination (version 5.0)*. Microcomputer Power, Ithaca, USA.

## Solid-state fermentation of agro-food waste: applicability comparison of two bioreactor configurations

Darko Velić, Natalija Velić, Marina Tišma, Ivan Kovač\*, Ivana Ćurković\*

Faculty of Food Technology Osijek, University Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Croatia (coresponding author: natalija.velic@ptfos.hr)

\*student

### Abstract

The applicability of two laboratory-scale bioreactors for solid-state cultivation of white-rot fungus *Trametes versicolor* TV6 was investigated. Sugar beet pulp (SBP) was used as a non-inert carrier. Two bioreactor configurations were investigated: horizontal bioreactor (HB) and tray bioreactor (TB). SBP biodegradation was observed in both investigated bioreactors, whereas the obtained material mass loss was 21.33% and 46.50% for HB and TB, respectively. The decrease of cellulose (64.65% HB and 42.34% TB) and pentosane content (42.39% HB and 62.61% TB), as well as the ash content increase (175.5% HB and 78.9% TB), indicated good biodegradation capability of the fungus. Furthermore, the results indicate that both bioreactors could be used for biological degradation/pre-treatment of lignocellulosic materials for different biotechnological purposes using white-rot fungus *T. versicolor* TV6.

**Key words:** solid-state fermentation, *T. versicolor*, sugar beet pulp, horizontal bioreactor, tray bioreactor

### Introduction

By definition, solid-state fermentation (SSF) is a method of growth of microorganisms on a solid support and occurring in near-absence of free water. The solid support or carrier can be inert (e.g. plastic foams), serving only as an attachment place for the microorganism, or non-inert (e.g. lignocellulosic waste), serving as both attachment place and substrate (Pandey et al., 1992.). Although still underrepresented in the everyday biotechnological production (compared to submerged fermentations, SmF), SSFs are gaining more and more attention as they have proved to be suitable for the enzymes production using filamentous fungi. Furthermore, since bacteria are less suitable for SSF due to the fact they require high water activity ( $a_w$ ), the chances of bacterial contamination are reduced in SSF (O' Toole 2006.). Bioreactors operating under solid-state conditions encounter problems in control of process parameters, namely pH, temperature, aeration, oxygen transfer and agitation. Two operating principles SSF bioreactors usually employ are static (tray, packed-bed or column bioreactors) and agitated (vertical or horizontal with mechanical agitation, and rotating drum bioreactors) (Figuroa-Montero et al. 2011.). However, still, only a few designs of SSF bioreactors are available. Most industrial-scale SSF processes involve fungi producing extracellular enzymes, while growing on moist agricultural waste, as a non-inert carrier.

A large portion of agro-food wastes is comprised of lignocellulosic materials in which hemicellulose and lignin form a matrix surrounding cellulose, thus providing the high degradation resistance of these polymers to become fermentable sugars (Wyman et al., 2005.). Lignin, after cellulose the second most abundant natural polymer, is an aromatic polymer that provides the strength of plant cell wall and is particularly resistant to biodegradation. There are but few organisms capable of degrading lignin, the most efficient

of which are fungi. White-rot fungi are capable of degrading and mineralizing all major wood polymers and can extensively degrade lignin to CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O. This ability is due to the fact that these fungi produce a variety of hydrolytic and oxidative enzymes. Extracellular enzymes essential for lignin degradation include lignin peroxidase, Mn-dependent peroxidase, and laccase (Elisashavili, 2009.). SSFs using white-rot fungi are a comprehensive tool for utilization of lignocellulosic waste materials in biotechnological production.

The aim of this study was to investigate the applicability of two bioreactor systems operating under solid-state conditions for the cultivation of white-rot fungus *Trametes versicolor* TV6 using the lignocellulosic agro-food waste material as a substrate and support.

## Materials and methods

### Substrate/carrier

Dried sugar beet pulp (SBP, donated by “Sladorana Županja d.d.” Županja, Croatia), was used as a substrate and carrier for SSF. SBP of identical initial mass and moisture content was used in all runs.

### Microorganism and inoculum preparation

The white-rot fungus *Trametes versicolor* TV 6 (Microbial Culture Collection of the National Institute of Chemistry, Ljubljana, Slovenia) was maintained at 4 °C on potato dextrose agar (Biolife Italiana Fr. L. Viale Monza, Italy). Mycelial discs (6 mm diameter) of seven days old culture grown on PDA at 27 °C were used as inoculum for further experiments.

### Laboratory-scale bespoke bioreactors configuration and operating conditions

The solid-state cultivation of *T. versicolor* TV6 on sugar beet pulp was carried out in two different laboratory-scale homemade bioreactor systems equipped with appropriate sensors for temperature and relative humidity monitoring, as well as aeration systems: a) horizontal -cylindrical bioreactor (HB); b) tray bioreactor (TB). HB (Figure 1a), with the overall volume of 4250 mL, was filled with SBP and water in a ratio 1:2.2 (500.55 g of wet substrate) and sterilized (121 °C / 20 min). After inoculation, the experiment was conducted at ambient temperature for 30 days. The content of the bioreactor vessel was manually stirred every 24 h for 5 min. TR (Figure 1b) consisted of a metal base holder for four trays (dimensions: 275 x 190 x 15 mm) positioned one above the other (the distance between the trays of 45 mm) and placed in the glass chamber with a lid. Sterilised SBP (1024 g of wet substrate equally spread onto 4 trays) was placed on chemically sterilised trays forming a layer of 12 mm thickness. After inoculation (20 mycelial plugs per tray), the experiment was conducted under static conditions (no stirring) at ambient temperature for 30 days. Aeration was carried out continuously (airflow rate was set at 30 L h<sup>-1</sup>) in both bioreactor systems using the sterile air filter and air compressor. The inoculation was carried out directly in the bioreactor vessels: 40 (80 TB) mycelial discs (diameter 6 mm), excised from a 7 days old colony growing on PDA, were used as inoculum. The change of process parameters (temperature in different layer substrate and biomass, ambient temperature and relative humidity in the bioreactor vessels), as well as mass loss and changes in the chemical composition of the substrate (dry matter, cellulose, pentosans, and ash contents), were monitored during the experiment. The samples were taken on 15<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> day of cultivation.

## Process parameters monitoring during the experiment

The temperature was monitored on-line at different positions in the bioreactor vessels (headspace, inlet, outlet and bioreactor surroundings) and in the fermentation beds, using stainless steel thermocouple penetration probes (type T). Thermocouples were connected to the 8-channels Pico A/D converter and a PC application PicoLog for the data acquisition (Pico Technology Limited, England). Testo 635 and 350 devices (Testo Inc., Sparta, New Jersey, USA) were used for additional temperature and relative humidity monitoring.

## Analytical determinations

Dry matter content was determined gravimetrically using Halogen Moisture Analyzer HR73 (Mettler Toledo, Switzerland). Mass loss was calculated and expressed as a rough estimation since the fungal biomass present in the sample was not considered in the calculation. Mass loss is given on a percent dry weight basis and wet weight basis. Ash content was determined by high-temperature incineration in an electric muffle furnace for 3 hours. The applied temperature was  $575 \pm 10$  °C. The residue was cooled to room temperature, weighed, and the ash content was calculated. Cellulose content was determined according to the modified protocol by Rivers et al. (1983.) in samples previously extracted (ethanol/benzene 1:1) using Soxtec system 1040 Extraction Unit (Foss Tecator). Pentosane content was determined according to the protocol TAPPI T 223 cm-01 (2001).

All analytical results were expressed as means of three replicates.

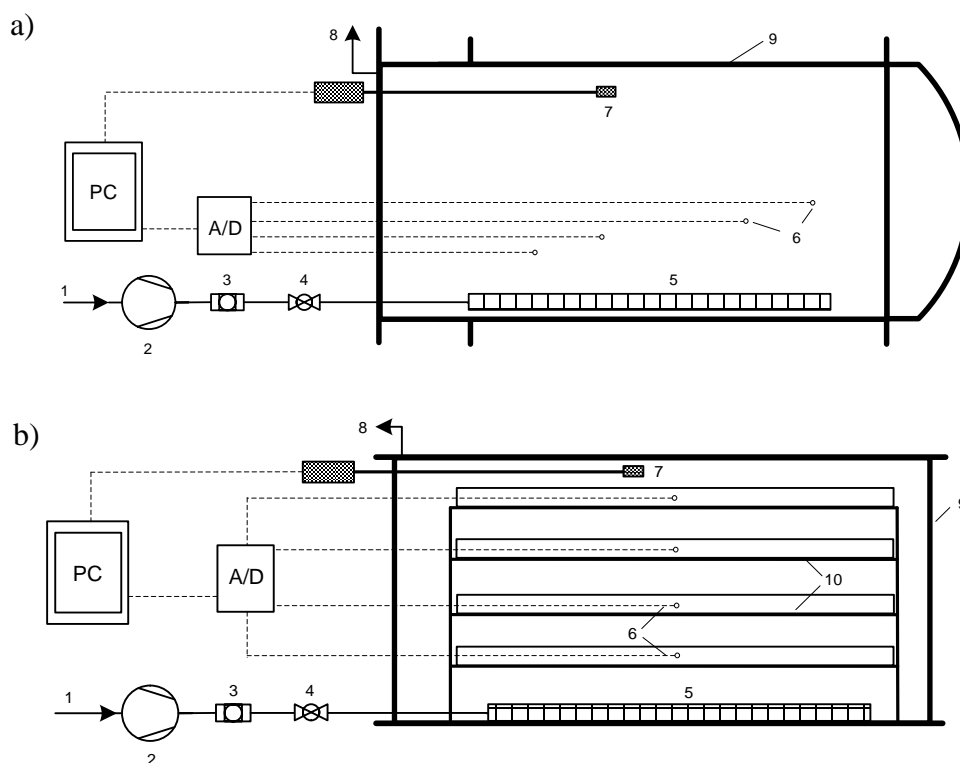


Figure 1. Laboratory-scale bioreactor systems equipped with appropriate sensors for temperature and relative humidity monitoring, as well as aeration systems: a) horizontal - cylindrical bioreactor (HB), b) tray bioreactor (TB). 1- air inlet, 2 - air compressor, 3 - filter, 4 - valve, 5 - air sparger/diffuser, 6 - temperature probes (T-type), 7 - %RH and temperature probe, 8 - gas exit, 9 - reactor chamber, 10 - trays (TB)

## Results and Discussion

Visual confirmation of fungal colonization of substrate/carrier indicated that white-rot fungus *T. versicolor* TV6 grew readily on SBP as the non-inert carrier under solid-state conditions in both tested bioreactor systems. Furthermore, the increase of substrate bed temperature in both bioreactors (Fig 2), compared to ambient temperature as a result of intensive microbial metabolic activity, also indicated actively growing fungus. The temperature increase was higher in TB than HB, probably due to static growth conditions, which resulted in poorer heat exchange compared to HR where mixing was employed. Relative humidity was not significantly changed during the cultivation in both bioreactors (data not shown). The results given in Table 1 show the changes of substrate mass loss and chemical composition of samples, namely ash content, pentosans content and cellulose content, during fermentation in both bioreactors. The mass loss, which can be contributed to the utilization of substrate due to fungal growth, after 30 days of fermentation was higher in TB (46.50%) than in HB (21.33%). The continuous increase of ash content during fermentation in all samples can also be contributed to fungal growth, as spent substrates after SSF using fungi often show increased mineral content (ash content) (Peksen et al., 2011.). The decrease of pentosans content in all samples indicate the ability of *T. versicolor* TV6 to degrade hemicellulose. The total decrease of pentosan content after 30 days of fermentation was 42.39% and 62.61% for HB and TB, respectively. This is consistent with the results of Bénes et al. (2013.) that reported remarkable pentosans degradation capacity of *T. versicolor* when grown on SBP under SSF conditions. The decrease of cellulose content in both HB (64.65%) and TB (42.34%) indicate strong cellulolytic activity of *T. versicolor* TV6 grown on SBP under solid-state conditions.

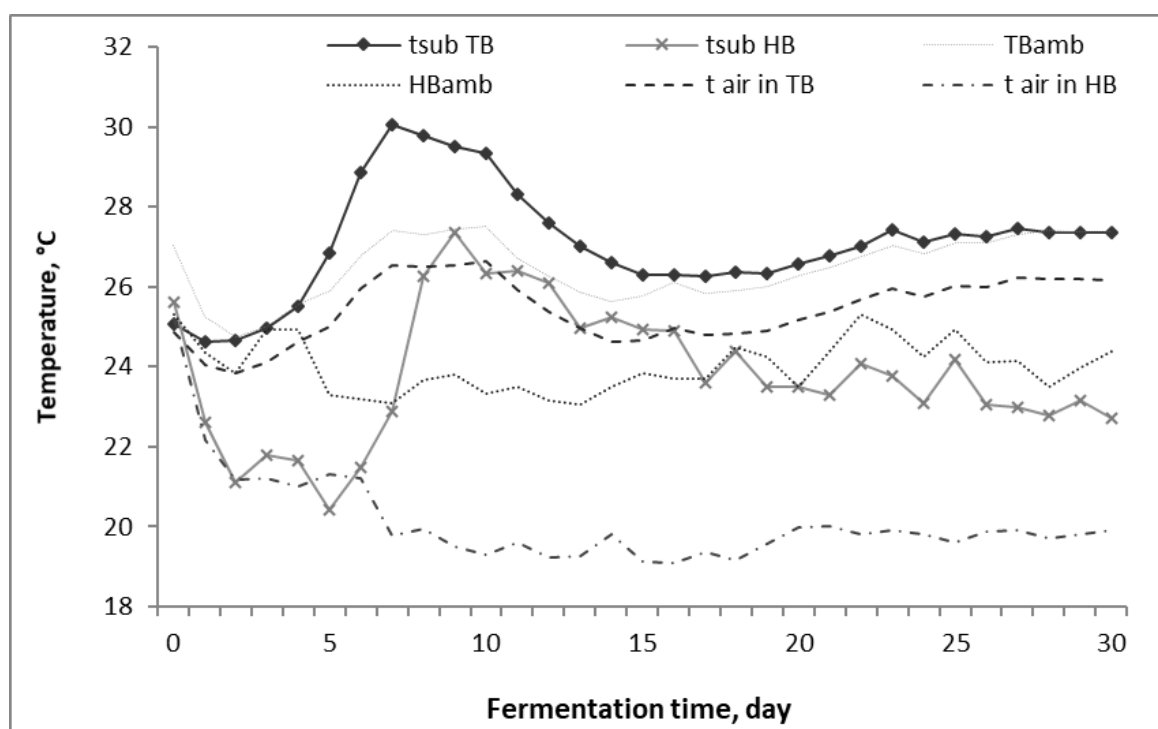


Figure 2. Temperature profile during fermentation in both bioreactors systems

Table 1. The changes of substrate mass loss and chemical composition of SBP samples during fermentation in TB and HB.

Fermentation days	Substrate mass [g]		Ash content [%]		Pentosans content [%]		Cellulose content [%]	
	TB	HB	TB	HB	TB	HB	TB	HB
0	547.80	500.55	3.79	3.79	29.58	29.58	23.76	23.76
15	398.21	455.38	5.54	6.09	14.91	13.90	16.96	12.73
30	139.93	393.77	6.79	10.44	11.06	17.04	13.70	8.40

## Conclusion

All the results presented in this study indicate that both tested bioreactor systems could be successfully employed for biological degradation of the lignocellulosic material, such as SBP. However, because of the higher substrate mass loss and higher pentosans conversion, as well as simplicity of design and construction, the employment of TB for biological SBP degradation using *T. versicolor* TV6 grown under solid-state conditions, seems more appropriate.

## References

- Pandey A. (1992). Recent process developments in solid-state fermentation. *Process Biochemistry*. 27, 109–117.
- O'Toole D. K. (2006). Fungal Solid State Fermentation. In *Microbial Biotechnology: Principles and Applications*. Kun L.Y. (2nd ed.), pp. 335–349. Singapore, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Figueroa-Montero A., Esparza-Isunza T., Saucedo-Castañeda G., Huerta-Ochoa S., Gutiérrez-Rojas M., Favela-Torres E. (2011). Improvement of heat removal in solid-state fermentation tray bioreactors by forced air convection. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology* 86, 1321–1331.
- Wyman C. E., Dale B. E., Elander R. T., Holtzaple M., Ladisch M. R., Lee Y. Y. (2005). Coordinated development of leading biomass pretreatment technologies, *Bioresource Technology*. 96 (18): 1959–66.
- Elisashvili V., Kachlishvili E., Tsiklauri N., Metreveli E., Khardziani, T., Agathos S. N. (2009). Lignocellulose-degrading enzyme production by white-rot Basidiomycetes isolated from the forests of Georgia. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 25 (2): 331–339.
- Rivers D. B., Zoldak B. R., Emert G. H. (1983). Determination of cellulose in municipal solid wastes contaminated with synthetic materials. *Biotechnology Letters*, 5 (11): 777–780.
- TAPPI T 223 cm-01. Pentosans in wood and pulp, 2001.
- Peksen A., Yakupoglu G., Yakupoglu T., Gulser C., Ozturk E., Ozdemir N. (2011). Changes in chemical compositions of substrates before and after *Ganoderma lucidum* cultivation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 27(3): 637–642.
- Bénes I., Velić N., Planinić M., Šmogrovičová D., Tišma M. (2013). Utilisation of Pentosans from Sugar Beet Pulp by Different White-Rot Fungi. In *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering (IPCBE)*. 50, 94–98.

## Pogodnost lesiviranih tala za navodnjavanje na području Istočne Hrvatske

Vladimir Zebec, Zoran Semialjac, Miroslav Dadić, Zdenko Lončarić, Monika Marković, Domagoj Rastija

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (vzebec@pfos.hr)*

### Sažetak

Navodnjavanje predstavlja hidrotehničku mjeru kojom se u tlo apliciraju nedostatne količine vode potrebne za optimalan rast i razvoj biljke tijekom vegetacije, a procjena pogodnosti tala za navodnjavanje predstavlja osnovu za planiranje izgradnje sustava navodnjavanja, kao i osnovu za razvoj poljoprivredne proizvodnje. Cilj je istraživanja utvrditi pedokemijske i pedofizikalne značajke lesiviranih tala te sadašnju i potencijalnu pogodnost, odnosno proizvodni potencijal za navodnjavanje na području Istočne Hrvatske te utvrditi mjere popravka ovih tala. Utvrđena suvišna kiselost i nizak sadržaj organske tvari, kao i pojava nepropusnog, zbijenog iluvijalnog horizonta glavni su čimbenici ograničenja koji u velikoj mjeri određuje produktivnost ovih tala. Provođenjem odgovarajućih agromelioracijskih mjera ovisno o dubini iluvijalnog horizonta, kiselosti i opskrbljenosti biljnim hranivima te uklanjanjem utvrđenih ograničenja ova tla mogu biti svrstana u P-2 grupu pogodnosti, odnosno u umjereno pogodna ili umjereno ograničeno pogodna tla za navodnjavanje.

**Ključne riječi:** lesivirano tlo, navodnjavanje, pogodnost, mjere popravka

### Uvod

Tlo je jedan od najvažnijih čimbenika poljoprivredne proizvodnje, a proizvodni potencijal ili pogodnost tla za navodnjavanje određen je nizom kemijskih i fizikalnih čimbenika. Republika Hrvatska raspolaže ukupnom površinom kopna od 5.662.031 ha (Romić i Marušić, 2005.), od čega poljoprivredne površine zauzimaju 47,6%, odnosno 2.695.037 ha. Na poljoprivrednim površinama RH može se diferencirati 36 tipova tala, od kojih lesivirani tip tla zauzima drugo mjesto po zastupljenosti s 13,27% udjela u poljoprivrednim površinama. Mesić i sur. (2009.) ističu kako kiselina tla u Panonskoj podregiji (područje Istočne Hrvatske je sastavni dio) zauzimaju 660.617 ha što predstavlja čak 79,5% u odnosu na ukupnu površinu kiselih tala u Hrvatskoj. Od ukupne površine kiselih tala u Panonskoj regiji autori posebno izdvajaju dva tipa tla: pseudoglej koji zauzima 42% i lesivirano tlo koje zauzima 40% površina. Lesivirana tla nastaju u uvjetima semihumidne do humidne klime, a one podrazumijevaju oko 650 mm oborina godišnje i prosječnu godišnju temperaturu 8 – 11 °C. U RH se navodnjava svega 9.264 ha ili 0,46% obradivih površina i prema veličini navodnjavanih površina Hrvatska se nalazi na jednom od posljednjih mjesta u Europi (Tomić i sur., 2007.). Navodnjavanje predstavlja hidrotehničku mjeru poboljšavanja vodozračnih odnosa tla dodavanjem vode da bi se postigla optimalna vlaga za vrijeme vegetacije i kako bi se time postigao optimalan prinos zadovoljavajuće kvalitete (Prskalo 2013.). Rastija i sur. (2013.) navode kako je navodnjavanje mjera kojom se nadoknađuje manjak vode u tlu te nadalje navode kako su ulazni podaci za proračun potrebne količine hidropedološke konstante tala podaci o srednjim mjesečnim oborinama, koeficijenti usjeva te prosječne mjesečne referentne vrijednosti evapotranspiracije za višegodišnje razdoblje. Cilj je rada utvrditi sadašnju i potencijalnu pogodnost, odnosno proizvodni potencijal lesiviranih tala za navodnjavanje na području Istočne Hrvatske te utvrditi mjere popravka ovih tala.

## Materijal i metode

U okviru istraživanja obavljano je otvaranje sedam pedoloških profila na specifičnim lokacijama, određivanje ekto i endomorfoloških svojstava pojedinog profila te uzorkovanje tla za laboratorijske analize (Lončarić i sur. 2014.). Laboratorijska istraživanja tla uključivala su određivanje fizikalnih i kemijskih svojstava tla. Od fizikalnih svojstava tla obavljeno je određivanje: ukupne poroznosti, retencijskog kapaciteta tla za vodu, retencijskog kapaciteta tla za zrak, propusnosti tla za vodu, volumne gustoće tla i gustoće čvrstih čestica, gustoće pakovanja, mehaničkog sastava tla te stabilnosti mikrostrukturnih agregata. Od kemijskih svojstava tla izvršeno je elektrometrijsko određivanje aktualne (pH H<sub>2</sub>O) te supstitucijske (pH 1M KCl) kiselosti tla, sadržaja ukupnih karbonata, hidrolitičke kiselosti, sadržaja humusa te sadržaja fiziološki aktivnih hraniva, fosfora i kalija. Sva navedena laboratorijska istraživanja fizikalnih i kemijskih svojstava tla izvršena su na temelju standardnih metoda prema priručniku za pedološka istraživanja tla (Škorić, 1973.) i HRN ISO normi. Temeljni kriteriji vrednovanja istraživanih tala su prema FAO (1976.), a modifikacija prema Vidačeku.

## Rezultati i rasprava

Provedenim terenskim i laboratorijskim istraživanjem na sedam profila na istraživanom području prema važećoj klasifikaciji tala utvrđeno je lesivirano tlo dijagnosticiranjem karakterističnog iluvijalnog (Bt) horizonta na istraživanim profilima.

Tablica 1. Kemijska svojstva pseugoglejnih tala i sadržaj čestica gline

Profil	Dubina	Reakcija tla (pH)		AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AL-K <sub>2</sub> O	Humus	CaCO <sub>3</sub>	Hidrolitička kis.	Glina
	(cm)	(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	mg/100 g	mg/100 g	%	%	cmol H <sup>+</sup> /100 g	%
1	0-25	7,05	6,29	14,6	23,65	2,01	1,25	-	16,60
	25-55	7,05	5,58	6,5	22,54	0,79	2,08	-	24,41
	55-72	7,27	6,17	6,0	7,09	0,43	2,5	-	17,31
	72-	7,04	5,45	6,8	4,1	0,33	1,66	-	6,80
2	0-34	5,71	4,56	36,50	23,42	1,42	-	3,85	18,05
	34-69	6,54	5,00	25,03	12,59	0,52	-	2,01	21,32
	69-115	6,97	5,42	25,84	9,14	0,64	-	1,31	14,09
3	0-37	5,33	3,91	26,96	28,66	1,44	-	5,03	11,01
	37-82	5,43	4,22	5,30	34,05	0,75	-	3,06	19,04
	82-140	6,30	5,26	5,41	5,45	0,45	-	0,92	2,42
4	0-34	5,05	3,83	23,44	27,19	2,11	-	5,82	10,12
	34-90	5,53	4,18	4,40	31,91	0,80	-	3,68	16,57
	90-144	6,03	5,13	1,74	4,47	0,57	-	1,23	2,64
5	0-36	5,58	4,15	30,67	34,19	2,37	-	5,47	19,79
	36-75	6,42	5,00	7,16	18,74	0,76	-	2,36	34,01
	75-91	7,06	5,88	8,08	16,21	0,85	0,84	-	30,12
	91-130	8,34	7,66	2,34	9,16	0,41	11,72	-	16,94
6	0-38	6,74	5,22	16,08	24,29	1,21	-	1,75	26,42
	38-72	7,24	5,49	6,73	19,07	0,73	-	1,58	29,69
	72-145	8,90	7,75	1,92	8,82	0,59	16,50	-	16,42
7	0-38	6,44	5,10	25,01	29,76	1,75	-	2,54	26,22
	38-66	6,90	5,44	8,26	20,10	1,19	-	1,75	33,99
	66-140	8,84	7,84	1,98	8,86	0,40	20,31	-	15,90

Kod ovog tla dominantno vlaženje je na automorfan način odnosno vlaženje isključivo oborinskom vodom koja može i kratkotrajno stagnirati zbog slabije vodopropusnosti iluvijalnog horizonta (Husnjak, 2014.; Škorić, 1977.). Istraživana su tla praškasto ilovaste do ilovaste teksture u površinskom antropogenom oraničnom horizontu uz utvrđeni sadržaj



čestica gline od 10,12% na profilu P4 do 26,42% na profilu P6. Ispod ovih površinskih horizonata nalaze se iluvijalni horizonti praškasto ilovaste do praškasto glinaste ilovaste teksture sa sadržajem čestica gline od 16,57% na profilu P4 do 34,01% na profilu P5 (Tablica 1.). Husnjak (2014.) posebno napominje da je sadržaj čestica gline u iluvijalnom horizontu znatno veći od sadržaja gline u eluvijalnom horizontu. Ova su tla malo porozna do porozna, s malim do osrednjim retencijskim kapacitetom tla za vodu. Rezultati gustoće pakiranja ukazuju da su oranični horizonti srednje zbijenosti, dok su podoranični horizonti srednje do jake zbijenosti (tablica 2.) Reakcija tla u oraničnom horizontu je jako kisela do kisela s utvrđenim supstitucijskim aciditetom od 3,76 pH jedinice na profilu P1 do 4,73 na profilu P6, što potvrđuju i navodi Martinovića (2000.).

Tablica 2. Fizikalna svojstva oraničnih i podoraničnih horizonata lesiviranih tala

Profil	Dubina		Poroznost		Retencijski kapacitet tla za vodu		Retencijski kapacitet tla za zrak		Gustoća pakovanja	
	cm	%	Ocjena	%	Ocjena	%	Ocjena	g/cm <sup>3</sup>	Ocjena	
P1	0-45	48,50	porozno	39,14	osrednji	9,38	osrednji	1,64	srednja zbijenost	
	45-92	42,90	malo porozno	37,61	osrednji	5,29	mali	1,89	jaka zbijenost	
P2	0-28	39,62	malo porozno	37,92	osrednji	1,7	vrlo mali	1,48	srednja zbijenost	
	28-60	36,56	malo porozno	35,01	osrednji	1,55	vrlo mali	1,50	srednja zbijenost	
P3	0-32	43,77	malo porozno	33,82	mali	9,95	osrednji	1,43	srednja zbijenost	
	32-83	36,6	malo porozno	34,28	mali	2,32	vrlo mali	1,61	srednja zbijenost	
P4	0-40	46,00	porozno	36,59	osrednji	9,42	osrednji	1,47	srednja zbijenost	
	40-73	41,08	malo porozno	36,75	osrednji	4,33	mali	1,82	jaka zbijenost	
P5	0-30	44,32	malo porozno	39,40	osrednji	4,92	mali	1,61	srednja zbijenost	
	30-44	41,09	malo porozno	38,40	osrednji	2,69	vrlo mali	1,66	srednja zbijenost	
P6	0-32	45,84	porozno	44,03	osrednji	1,80	vrlo mali	1,63	srednja zbijenost	
	32-85	42,67	malo porozno	40,34	osrednji	2,33	vrlo mali	1,91	jaka zbijenost	
P7	0-38	41,83	malo porozno	40,77	osrednji	1,06	vrlo mali	1,71	srednja zbijenost	
	38-50	40,29	malo porozno	38,71	osrednji	1,58	vrlo mali	1,87	jaka zbijenost	

Prema Rastiji (2006.) niske vrijednosti supstitucijske kiselosti posljedica su uznapredovalih procesa debazifikacije i pojačane acidifikacije površinskih horizonata uslijed descentnog kretanja vode uz utvrđene količine oborina za ovo područje od preko 700 mm/god. Rezultati istraživanja različitih autora pokazuju kako je u Republici Hrvatskoj velika zastupljenost tala s prosječnom količinom humusa oko 2% (Popović, 2009.), a na takvo stanje prije svega utječe suvremena poljoprivredna proizvodnja i nedovoljno unošenje organske tvari u tlo. Utvrđeni sadržaj humusa u oraničnom sloju na istraživanim profilima kretao se od 1,21% na profilu P6 do 2,37% na profilu P5. Husnjak (2014.) navodi da se postotak humusa u oraničnom sloju ne kreće iznad 3% te, premda je tlo slabo zasićeno bazama, organska je tvar dobro humificirana te sadržaj fulvokiselina prevladava u odnosu na sadržaj huminskih kiselina. Opskrbljenost oraničnih horizonata biljci pristupačnim P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> je u rasponu od umjereno do bogato opskrbljenih tala s rasponom od 14,6 do 36,50 mg/100 g tla, a opskrbljenost tla biljci pristupačnim K<sub>2</sub>O je umjerena do bogata i kreće se u rasponu od 23,42 do 34,19 u oraničnim horizontima.

Tablica 4. Klase i potklase pogodnosti tala za navodnjavanje

Broj profila	Sistematska jedinica	Sadašnja pogodnost		Mjere uređenja	Potencijalna pogodnost
		Klasa	Potklase		
P1	Lesivirano tipično tlo	P3	hu, z, t	Agromelioracije	P2
P2	Lesivirano tipično tlo	P2	k, hu,t	Agromelioracije	P2
P3	Lesivirano tipično tlo	P2	k, hu, kv,t	Agromelioracije	P2
P4	Lesivirano tipično tlo	P2	k, hu, kv,t	Agromelioracije	P2
P5	Lesivirano tipično tlo	P3	k, hu, z,t	Agromelioracije	P2
P6	Lesivirano tipično tlo	P3	k, hu, z,t	Agromelioracije	P2
P7	Lesivirano tipično tlo	P3	k, hu, z,t	Agromelioracije	P2

Temeljni kriteriji vrednovanja tla su prema FAO, 1976., a modifikacija prema Vidačeku (1981.). Redovi određuju pogodnost (P) ili nepogodnost (N) tla za navodnjavanje, klase stupanj pogodnosti, odnosno P-1 su pogodna tla, P-2 umjereno pogodna ili umjereno ograničeno pogodna tla, P-3 ograničeno pogodna tla za navodnjavanje te klase N-1 privremeno i klase N-2 trajno nepogodna tla, odnosno zemljišta za navodnjavanje. Potklase pogodnosti i nepogodnosti određuju vrstu i intenzitet ograničenja tla za navodnjavanje, uvažavajući kriterije i zahtjeve intenzivne poljoprivredne proizvodnje u uvjetima navodnjavanja. Vrste ograničenja koje određuju potklase pogodnosti i nepogodnosti tla za navodnjavanje u konkretnom slučaju uključuju: k - kiselost tla, h – slaba opskrbljenost biljnim hranivima, hu - nizak sadržaj organske tvari, kv – kapacitet tla za vodu, z – zbijenost, t – troškovi održavanja plodnosti tla u uvjetima navodnjavanja. U umjereno pogodna tla P-2 klase pogodnosti svrstani su profili P2, P3 i P4. Navedena ograničenja tla koja su utvrđena prilikom uzimanja uzoraka na terenu i analitičkih rezultata umjereno ugrožavaju produktivnost i primjenu navodnjavanja. Postojeća ograničenja kod ovih tala uglavnom se odnose na kiselost i slabu humoznost u oraničnom horizontu. U takvim kiselim uvjetima dolazi do nepristupačnosti fosfora jer se nalazi vezan za aluminij i željezo, što potvrđuju i izmjerene male vrijednosti AL pristupačnog fosfora. Na osnovi kasnije predloženih mjera uređenja poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje ova tla bi ostala u istoj klasi, ali bi se značajno podigla plodnost i produktivnost ovih tala. U ograničeno pogodna tla P-3 klase pogodnosti svrstani su profili P1, P4, P5 i P6. To su tla s ograničenjima koja znatno ugrožavaju produktivnost, dobit i primjenu navodnjavanja. Postojeća ograničenja manifestiraju se prije svega u reakciji ovih tala koja je kisela i jako kisela, a humoznost vrlo mala, što značajno smanjuje plodnost ovih tala i sužava izbor kultura za uzgoj te zbijenost podoraničnog horizonta. Zbog svoje reljefne pozicije te također velike zbijenosti i malog kapaciteta za vodu i hraniva ova tla pripadaju klasi ograničeno pogodnih tala. Primjenom potrebnih agrotehničkih mjera popravaka tla ovim tlima bi se povećala plodnost i produktivnost, a samim time i pogodnost tla za višenamjensko korištenje u poljoprivredi, kao i navodnjavanje. Poboljšanje spomenutih svojstava moguće je postići mehaničkim i kemijskim melioracijskim zahvatima koji uključuju dubinsko rahljenje tla, gnojidbu organskim gnojivima odnosno humizaciju, kalcizaciju te meliorativnu gnojidbu fosforom i kalijem.

### Zaključak

Na temelju provedenog istraživanja i utvrđenih rezultata može se zaključiti kako lesivirana tla Istočne Hrvatske pokazuju kiselu reakciju i nizak sadržaj organske tvari. Suvišna kiselost i nizak sadržaj organske tvari ovog tipa tla također su čimbenici ograničenja koji u velikoj mjeri određuju produktivnost ovih tala. Potrebno je provesti mjere agromelioracijskog uređenja kako bi se povećao proizvodni kapacitet ovih tala. Agromelioracijsko uređenje zemljišta općenito podrazumijeva skup agrotehničkih zahvata ili mjera u svrhu popravka

lošijih fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava s ciljem povećanja plodnosti i produktivnosti tla, a samim tim i povećanja pogodnosti tla za višenamjensko korištenje u poljoprivredi i navodnjavanju. Poboľšanje spomenutih svojstava moguće je postići melioracijskim zahvatima koji uključuju dubinsko rahljenje tla, gnojidbu organskim gnojivima odnosno humizaciju, kalcizaciju te meliorativnu gnojidbu fosforom i kalijem. Na ovim tlima potrebno je obaviti kalcizaciju uz obaveznu analizu tla za pojedine katastarske čestice kako bi se dobio uvid u reakciju tla te odredila optimalna doza vapna za kalcizaciju.

## Literatura

- FAO (1976). A framework for land evaluation. Soil Bull. No. 32. FAO, Rome and ILRI, Wageningen. Publ. No. 22. Wageningen. Publ. No. 22
- Husnjak, S. (2014.). Sistematika tala Hrvatske. Agronomski fakultet, Zagreb.
- Lončarić, Z., Rastija, D., Popović, B., Karalić, K., Ivezić, V., Zebec, V., (2014.). Uzorkovanje tla i biljke za agrokemijske i pedološke analize, Poljoprivredni fakultet, Osijek.
- Martinović, J. (2000.). Tla u Hrvatskoj. Pokret prijatelja prirode Lijepa Naša, Zagreb.
- Mesić, M., Husnjak, S., Bašić, F., Kisić, I., Gašpar, I., (2009.). Suvišna kiselost tla kao negativni čimbenik razvitka poljoprivrede u Hrvatskoj, Agronomski fakultet, Zagreb.
- Popović, B., (2009.). Usporedba metoda za određivanje pristupačnosti fosfora u tlu, Poljoprivredni fakultet, Doktorska disertacija, Osijek.
- Prskalo, G., (2013.). Potrebe poljoprivrednih kultura za vodom i pogodnost tala za navodnjavanje na području hercegovačko-neretvanske županije, E-zbornik elektroničkog zbornika radova Građevinskog fakulteta, Mostar.
- Rastija, D., (2006.). Režim vlažnosti i prinosi kukuruza i pšenice na kalciziranim kiselim tlima, Osijek.
- Romić, D., Marušić, J., (2005.). NAPNAV – Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj, Agronomski fakultet, Zagreb.
- Škorić, A. (1973.). Pedološki praktikum. Agronomski fakultet, Zagreb.
- Škorić, A. (1977.). Tla Slavonije i Baranje, Izdavački zavod Jugoslavenske akademije, Zagreb.

## Irrigation suitability of luvisol in East Croatia

### Abstract

Irrigation represents a hydraulic measure by which extra amount of water, that is essential and irreplaceable for an optimal growth and development of the plant during vegetation, is applied. Assessment of soil suitability represents a base for planning of building a system and for agricultural production. Point of the research is to affirm pedochemical and pedophysical features of leached soil and current potential aptitude, i.e. production potential for irrigation in Eastern Croatia, and to affirm needed measures to repair those soils. The affirmed superfluous acidity and low content of organic carbon, as the appearance of leakproof, compact illuvial horizon are main limiting factors that determine productivity of those soils. By carrying out adequate agromelioration measures, depending on the depth of illuvial horizon, acidity and supply of vegetable nutrients, and by removing the confirmed limitations, these soils can be classified into the P-2 group of suitable, i.e. moderately suitable or limited moderately suitable soils for irrigation.

**Key words:** luvisol, irrigation, suitability, repair measures

## Analiza medonosnosti invazivnih biljnih vrsta Požeške kotline

Dinko Zima<sup>1</sup>, Edita Štefanić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, 34000 Požega (dzima@vup.hr)

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

### Sažetak

Poznavanje medonosnog bilja i njegovog staništa od velike je važnosti jer može poslužiti za iznalaženje novih mogućnosti za iskorištavanje pčelinje paše. Cilj rada je analizirati medonosnost invazivnih biljnih vrsta u Požeškoj kotlini. Za Požešku kotlinu istraživanjima je utvrđena prisutnost 34 invazivne svojte, a prema dostupnoj literaturi medonosno je njih 20 (58,8%). Od njih valja izdvojiti: *Abutilon theophrasti* Medik., *Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill) Swingle, *Amorpha fruticosa* L., *Asclepias syriaca* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Helianthus tuberosus* L., *Robinia pseudoacacia* L. i *Solidago canadensis* L. Pčelari bi posebice trebali biti oprezni sa širenjem navedenih vrsta te bi trebali dobro razmisliti da li su dobrobiti ovih vrsta bitnije od čuvanja biološke raznolikosti područja na kojima im pčele obitavaju.

**Ključne riječi:** medonosne biljke, invazivnost, Požeška kotlina

### Uvod

Florističkim istraživanjima Požeške kotline zabilježeno je 1588 biljnih svojti (Tomašević, 2006., Zima, 2008.). Biljne svojte Požeške kotline pripadaju u 38 porodica i 87 rodova. Najzastupljenije biljne vrste pripadaju porodicama *Asteraceae* (146 vrsta - 9,19%), *Poaceae* (125 vrsta - 7,87%) i *Fabaceae* (102 vrsta - 6,42 %). Mitić i sur. (2008.) za alohtone vrste navode da su to vrste koje su unesene te se šire izvan njihovog prirodnog staništa. Vrlo često alohtone vrste izmaknu ljudskoj kontroli te postaju invazivne na nekom području. Opasnost ovih biljnih vrsta je u tome što imaju veliku sposobnost razmnožavanja i kompetitivnosti kojima potiskuju autohtonu floru nekog područja. Na području Požeške kotline zabilježene su 34 invazivne biljne svojte koje pripadaju u 19 porodica, a najveći broj svojti pripada porodicama *Asteraceae* - 13 svojti (38,2 %) i *Poaceae* 3 svojte (8,83 %). Takve biljke, uz alohtone, mogu sudjelovati u pčelinjoj paši, a njihovom širenju u bitnom sudjeluju i pčelari njihovim unosom i sadnjom. Nikolić i sur. (2014.) navode da je za unos invazivnih biljaka u Europu značajan namjerni unos koji je utvrđen za 71% svih naturaliziranih vrsta, a u toj skupini je najveći dio ukrasnih te vrsta unesenih za potrebe poljoprivrede, odnosno vrsta koje su se pojavile kao posljedica poljoprivredne prakse. Bačić i Sabo (2007.) navode da se medonosnim biljkama smatraju one biljne vrste iz čijih cvjetova pčele uzimaju nektar, nektar i pelud ili samo pelud. Tim biljkama pripadaju i vrste s čijih grančica pčele uzimaju medljiku ili s čijih pupova uzimaju propolis. Većina medonosnih biljaka Hrvatske pripada porodicama kritosjemenjača s čijih cvjetova pčele uzimaju najviše nektara i peluda. Najzastupljenija je porodica usnača (*Lamiaceae*) u sklopu koje gotovo da i nema biljne vrste koja nije medonosna. Vrlo važne medonosne porodice su i vrbe (*Salicaceae*), ružičnjače (*Rosaceae*), lepirnjače (*Fabaceae*), glavočike (*Asteraceae* i *Cichoriaceae*) i krstašice (*Brassicaceae*). Jašmak (1980.) navodi da pojedine vrste biljaka imaju različite sposobnosti izlučivanja nektara. Otuda i razvrstavanje biljaka u odlične, vrlo dobre i slabe medonoše. Neke biljke i ne izlučuju nektar ili ga izlučuju vrlo slabo pa su ipak uvrštene u medonosne zbog cvjetnog praha koji obilno daju.

## Materijal i metode

Određivanje invazivnih medonosnih vrsta izvršeno je u sklopu istraživanja invazivnih biljnih vrsta Požeške kotline, a prema dostupnoj literaturi o medonosnosti. Istraživanje invazivnih biljnih vrsta vršeno je u periodu 2008.-2012. godine. U svrhu procjene invazivnosti vrsta za svaku vrstu pripremljen je standardizirani obrazac po uzoru na “*Ranking Invasive Exotic Plant Species in Virginia*“ (Virginia Department of Conservation and Recreation Division of Natural Heritage, 2001.) koji je popunjen za sve vrste te je određena opća invazivnost koja je ocjenjena kao neznčajna (N), mala (M), srednja (S) i velika (V).

U radu su korištene standardne metode u floristici kao što je proučavanje literature o prethodno zabilježenim vrstama vaskularnih biljaka, sakupljanje florističkog materijala te fotografiranje. Determinacija biljnih vrsta obavljena je pomoću sljedećih florističkih „ključeva“: Domac (1994.) i Javorka i Csapody (1975.), dok je nazivlje usklađeno prema Tutin i sur. (1964. – 1980.). Određivanje medonosnosti invazivnih biljaka određeno je prema Bačić i Sabo (2007.), Bučar (2008.), Jašmak (1980.), Nikolić i sur. (2014.), Šimić (1980.) i Umeljčić (2004.).

## Rezultati i rasprava

Štefanić i sur. (2012.) melisopalinološkom analizom 14 uzoraka meda dobivenih direktno od pčelara Požeške kotline ukazuju da botaničko porijeklo analiziranih uzoraka meda potječe od 59 biljnih svojti svrstanih u 30 porodica te da su najzastupljenija peludna zrnca porodice *Asteraceae*. Od invazivnih u tim uzorcima nalazi se pelud vrsta *Acer* spp., *Solidago* spp., *Amorpha fruticosa* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Ailanthus altissima* (Mill) Swingle. Tijekom istraživanja invazivnih biljaka Požeške kotline utvrđena je prisutnost ukupno 34 invazivne svojte, od kojih je 20 (58,8%) medonosno (Štefanić i sur. 2003., 2005.). U tablici 1. abecednim redom navedene su utvrđene invazivne medonosne biljke, te je naznačen životni oblik, porodica i porijeklo.

Tablica 1. Mednosne invazivne biljke u Požeškoj kotlini

Vrsta	Životni oblik	porodica	Porijeklo	Invazivnost u Požeškoj kotlini
<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	T	<i>Malvaceae</i>	Azija	srednja
<i>Acer negundo</i> L.	T	<i>Aceraceae</i>	Sjeverna Amerika	mala
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	P	<i>Simaroubaceae</i>	Azija	visoka
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	N	<i>Fabaceae</i>	Sjeverna Amerika	srednja
<i>Angelica archangelica</i> L.	H	<i>Apiaceae</i> ( <i>Umbelliferae</i> )	Europa	neznčajna
<i>Asclepias syriaca</i> L.	H	<i>Asclepiadaceae</i>	Sjeverna Amerika	srednja
<i>Bidens frondosa</i> L.	T	<i>Asteraceae</i> ( <i>Compositae</i> )	Sjeverna Amerika	mala
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	T	<i>Asteraceae</i> ( <i>Compositae</i> )	Sjeverna Amerika	visoka
<i>Datura stramonium</i> L.	T	<i>Solanaceae</i>	Azija	mala

<i>Duchesnea indica</i> (Andrews) Focke	H	<i>Rosaceae</i>	Azija	mala
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	T	<i>Asteraceae</i> ( <i>Compositae</i> )	Južna Amerika	visoka
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	G	<i>Asteraceae</i> ( <i>Compositae</i> )	Sjeverna Amerika	mala
<i>Oenothera biennis</i> L.	H	<i>Onagraceae</i>	Sjeverna Amerika	mala
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.)	P	<i>Vitaceae</i>	Sjeverna Amerika	srednja
<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	G	<i>Polygonaceae</i>	Azija	srednja
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	P	<i>Fabaceae</i>	Sjeverna Amerika	visoka
<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	G	<i>Asteraceae</i> ( <i>Compositae</i> )	Sjeverna Amerika	mala
<i>Solidago canadensis</i> L.	G	<i>Asteraceae</i> ( <i>Compositae</i> )	Sjeverna Amerika	visoka
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	G	<i>Asteraceae</i> ( <i>Compositae</i> )	Sjeverna Amerika	visoka
<i>Xanthium strumarium</i> L. ssp. <i>italicum</i> (Moretti) D. Löve.	T	<i>Asteraceae</i> ( <i>Compositae</i> )	Južna Amerika	srednja

Analiza životnih oblika invazivnih medonosnih biljnih svojti Požeške kotline ukazuje da ove vrste većinom pripadaju terofitima (jednogodišnje biljke koje preživljavaju nepogodne periode u obliku sjemena) kojima priprada 7 svojti ili 35%. Zatim slijede geofiti i hemikriptofiti. Analiza porijekla ovih svojti pokazala da je najveći broj porijeklom iz Sjeverne Amerike (12 svojti ili 58,8%). Ostala izvorišta invazivnih biljaka su Južna Amerika i Azija. Po šest invazivnih medonosnih vrsta ima visok i srednji stupanj invazivnosti u Požeškoj kotlini, sedam vrsta ima mali, a jedna vrsta neznačajan stupanj invazivnosti.

Prema dostupnoj literaturi vidljivo je da pčele sa gotovo polovice medonosnih invazivnih biljaka Požeške kotline tijekom cijele sezone mogu koristiti i nektar i pelud što u bitnome utječe na pčelinju pašu (tablica 2.).

Tablica 2. Iskoristivost invazivnih medonosnih biljaka za pčele

Vrsta	nektar	pelud	vrijeme cvatnje
<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	+	+	VI-IX
<i>Acer negundo</i> L.	+	+	III-IV
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	+	+	VI-VIII
<i>Amorpha fruticosa</i> L.		+	V-VII
<i>Angelica archangelica</i> L.	+	+	VI-VIII
<i>Asclepias syriaca</i> L.	+	+	VI-VIII
<i>Bidens frondosa</i> L.	+		VIII-X
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	+		VI-IX
<i>Datura stramonium</i> L.	+		VI-IX

<i>Duchesnea indica</i> (Andrews) Focke	+		VII-IX
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.		+	V-X
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	+	+	VIII-IX
<i>Oenothera biennis</i> L.	+	+	VI-X
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Pl.		+	V/VIII
<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	+	+	VIII-IX
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	+	+	V
<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	+		VII-IX
<i>Solidago canadensis</i> L.	+		VII-VII
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	+		VII-VIII
<i>Xanthium strumarium</i> L. ssp. <i>italicum</i> (Moretti) D. Löve.	+		VII-IX

Najveći broj vrsta pripada porodici Asteraceae (7 vrsta) u koju se ubrajaju: *Bidens frondosa* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Galinsoga parviflora* Cav., *Helianthus tuberosus* L., *Rudbeckia laciniata* L., *Solidago canadensis* L., *Solidago gigantea* Aiton, *Xanthium strumarium* L. ssp. *italicum* (Moretti) D. Löve.

Značajno je napomeniti i porodicu Fabaceae sa dvije vrste *Amorpha fruticosa* L. i *Robinia pseudoacacia* L. Porodice koje su zastupljene samo sa jednom vrstom su Aceraceae (*Acer negundo* L), Apiaceae (*Angelica archangelica* L.), Asclepiadaceae (*Asclepias syriaca* L.), Malvaceae (*Abutilon theophrasti* Medik), Onagraceae (*Oenothera biennis* L.), Polygonaceae (*Reynoutria japonica* Houtt), Rosaceae (*Duchesnea indica* (Andrews) Focke), Simaroubaceae (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), Solanaceae (*Datura stramonium* L.), i Vitaceae (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Pl.).

U literaturi se za medonosne invazivne vrste mogu naći različiti podaci. Tako od invazivnih biljaka Požeške kotline kao medonosne Bučar (2008.) i Jašmak (1980.) navode 10 vrsta, Umeljčić (2004.) 9 vrsta, Nikolić (2014.) 8 vrsta, Bačić i Sabo (2007.) 7 vrsta, te Šimić (1980.) 6 vrsta.

### Zaključak

Na osnovu istraživanja invazivne flore Požeške kotline utvrđeno je 20 invazivnih medonosnih vrsta koje su razvrstane u 12 porodica. Vrstama najbrojnija je porodica *Asteraceae*. Fitogeografskom analizom utvrđena je dominacija vrsta porijeklom iz Sjeverne Amerike, a obzirom na životni oblik najviše je terofita. Najinvazivnije, a ujedno medonosne biljne svojte na području Požeške kotline su: *A. altissima* (Mill.) Swingle, *C. canadensis*, *G. parviflora*, *R. pseudoacacia*, *S. canadensis* i *S. gigantea*.

Preporuka pčelarima bi bila da bi trebali biti oprezni sa širenjem navedenih vrsta jer mogu znatno utjecati na smanjenje biološke raznolikosti određenog područja ili uzrokovati štete u poljoprivredi.

### Literatura

- Bačić T., Sabo M. (2007). Najvažnije medonosne bilje u Hrvatskoj, Školska knjiga, Zagreb
- Bučar M. (2008). Medonosne biljke kontinentalne Hrvatske: staništa, vrijeme cvjetanja, medonosna svojstva. Matica Hrvatska, Učiteljski fakultet Zagreb.
- Domac R. (1994). Flora Hrvatske, Školska knjiga, Zagreb
- Jašmak K. (1980). Medonosne bilje, Nolit, Beograd
- Javorka S., Csapody V. (1975). Iconographia florae partis austro – orientalis Europae Centralis. Akadémiai Kiadó, Budapest

- Mitić B., Boršić I., Dujmović I., Bogdanović S., Milović M., Cigić P., Rešetnik I., Novak N., Kravarščan M. (2011). Invazivne strane korovne vrste u republici Hrvatskoj, Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zagreb
- Nikolić Lj., Anačkov G., Plavša N. (2015). Invazivne medonosne biljke u flori Srbije, Letopis naučnih radova, vol. 39, 7-14
- Nikolić T., Mitić B., Boršić I. (2014). Flora Hrvatske, invazivne biljke, Alfa d.d., Zagreb
- Šimić F. (1980): Naše medonosne bilje, Znanje, Zagreb
- Štefanec E., Puškadija Z., Štefanec I., Bubalo D. (2003). Goldenrod: a valuable plant for beekeeping in north-eastern Croatia. *Bee World* 84, 88-92.
- Štefanec E., Štefanec I., Solic M.E. (2005). Common indigobush and its significance for beekeeping in the Republic of Croatia. *Bee World* 86, 42-43.
- Štefanec E., Zima D., Rašić S., Radović V. (2012). *Botaničko porijeklo meda Požeške kotline*//47 hrvatski i 7. Međunarodni simpozij agronoma – zbornik radova, 649-653
- Tomašević M. (2006): A new contribution to the flora of the Požega Valley and surrounding. *Nat.Croat.* vol 15. 1-2. 43-60
- Tutin I. G., Heywood V. H., Burges N. A., Valentine D. H., Walters S. M., Webb D. A. Eds., (1964-1980). *Flora Europaea*, Vol. 1-5, Cambridge University Press, Cambridge.7
- Umeljić V. (2004). Atlas medonosnog bilja - u svijetu cvijeća i meda, Split
- Zima D. (2008). Vegetacija suh travnjaka Požeške kotline, Magistarski rad.

## Analysis of Melliferous Invasive Plants of Požega Valley

### Abstract

Knowing the melliferous plants and their habitats are very important because it can serve for finding a new possibilities in exploitation a bee forages. The goal of this paper is to analyze melliferous invasive plants in Požega valley. According to investigation in this area there are 34 invasive plant species of which 20 (58%) are melliferous, particularly *Abutilon theophrasti* Medic, *Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill) Sw, *Amorpha fruticosa* L, *Asclepias syriaca* L., *Conyza canadensis* L. Cronquist, *Helianthus tuberosus* L., *Robinia pseudoacacia* L. and *Solidago canadensis* L. Beekeepers should be very careful with spreading of this plants, and should think about if the advantage they can have with these species are more important than preserving the biodiversity on beekeeping area.

**Key words:** melliferous plants, invasiveness, Požega valley







# **Agroekonomika i ruralna sociologija**

# **02**

## **Agricultural Economics and Rural Sociology**



## Distribution channels of small agricultural producers – dual role of Internet

Ana Čehić, Milan Oplanić, Ana Težak Damijanić

*Institut za poljoprivredu i turizam, K. Huguesa 8, Poreč, Hrvatska (kontakt. acehic@iptpo.hr)*

### Abstract

The main aim was to determine the differences between agricultural producers that used direct distribution channels and those who did not use them with respect to different features of Internet web application.

Data was collected through a structured questionnaire which was filled in by agricultural producers who are registered in the Web farmer's market application. Statistical methods used for the data processing included univariate and bivariate statistics.

Results of research show that the sales on-farm are the most common way of direct sales, while vehicles used as road stand was the least used. Significant differences were identified between the producers who use and did not use direct distribution channels with respect to three features related to Internet web application. In the case of the Internet, the results confirm its double role; as a sales channel and as a media promotion.

**Keywords:** Internet, promotion media, distribution channels, direct sales, agricultural products

### Introduction

In the contemporary world, Internet is seen as the media that provides an inexhaustible source of information. The development of the Internet created a media that enables a very effective interaction between business entities and their consumers (Kovač et al., 2016). There are three business areas where the Internet can substitute for traditional channels: communication, transaction and distribution (Butler and Peppard, 1998). Due to the dispersion of the agricultural production sites and their distance from markets (Bagher Arayesh, 2015), Internet can aid in accessing the customers. Thus, it is becoming an important tool in agriculture marketing (Razaque Chhachhar et al., 2014).

Internet in agriculture marketing has a dual role; role in communication and role in distribution. The internet has emerged as a new player in the distribution channel and many enterprises have re-structured their value chain, as they try to take full advantage of the technology (Canavan et al., 2007). As a type of direct distribution channel, Internet may be of interest to small producers, since they favour direct marketing (Gale, 1997). On the other hand, it also provides an increased access to a greater variety of products compared to other distribution channels (Canavan et al., 2007) providing, at the same time, more information about those products. This may be very useful to small producers who live in rural areas because it may serve as a source of agricultural market information (Magesa et al., 2014).

The purpose of this study was to examine the dual role of Internet, as the promotion media and distribution channel, in the context of direct distribution of agricultural products. The main goal of this paper was to determine the differences between agricultural producers that used certain direct distribution channels and those who did not use them with respect to different features of Internet based web application that is mostly used as the promotion media but can also be used as a type of direct distribution channel.

## Materials and methods

This study focused on agricultural producers who used the Web farmer's market application to present and promote their farms and products. The Web farmer's market application was the main output of the "OSIPPPIT" project financed by IPA/EFRR Operational Programme Slovenia-Croatia 2007-2013. From March 2015 till present there are a total of 163 registered agricultural producers. They offer more than 850 different agricultural products. Every producer has a unique profile where he/she can upload pictures, videos and textual description related to their farm and products they are selling. To complete the registration, producer needs to upload a picture, price, availability, and textual description (contains information about packing, composition and mode of production) of at least one agricultural product. From its beginning until now, the app has been visited by potential buyers more than 200.000 times. This application provides an unique way of using Internet as a promotion media and distribution channel. However, customers often use this application for the purpose of getting information about agricultural products. Thus, this application serves mostly as a type of promotion media.

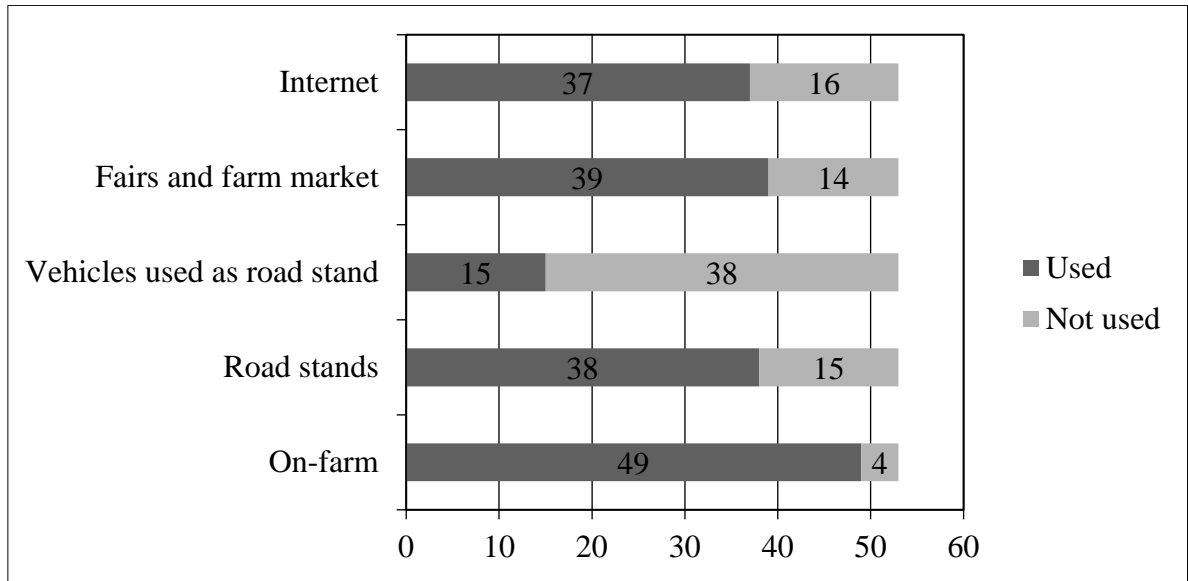
To examine the dual role of Internet has in marketing of agricultural products; the survey was conducted from November to December 2016. Data was collected through a structured questionnaire which was filled in by agricultural producers. This questionnaire consisted of five sections: general attitudes regarding agriculture, attitude about development of the respondent's farm, distribution channels and promotion media, features related to web market app as the presentation media, and socio-demographic characteristics (gender, age, and education level). The survey was conducted using online tool Google forms. E-mails containing link to the survey were send on the email addresses of agricultural producers which are registered in the Web farmer's market application database. The questionnaire was sent to total of 147 email addresses but only 53 agricultural producers filled the questionnaire (36% response rate). At the moment, the registration is only opened for those producers that are in Istria (Croatian and Slovenian).

Statistical methods used for the data processing included univariate and bivariate statistics. Univariate statistics was used for general description of the samples, while bivariate statistics was used to determine the differences between different aspects of Internet as the promotion media with regard to Internet as direct distribution channel and other direct distribution channels. In order to determine the differences t-test was used (Field, 2005). Features related to web market application as the presentation media included a total of 6 items (presentation features, simplicity of use, achieved direct contact with customers, recommend presentation through the application, consumers' interest related to producer and its products, and information about user related activities) that were measured using a five-point Likert scale (1 = 'strongly disagree' to 5 = 'strongly agree'). Responders were asked to state to what extent they think that the application supports the promotion of their products. Direct distribution channels encompassed (Bruch, 2010; Low and Vogel, 2011): on-farm, road stands (fixed), vehicles used for sales located on a road, fairs and farm market, and Internet (web application and own web site, including delivery service directly to customer). The variables were binary coded.

## Results and discussion

A total of 53 agricultural producers were included in the analysis. The responders were mostly smaller farm owners producing grapes and wine (25%), fruit (45%), vegetables (42%), processed agricultural products (34%), and olives and olive oil (25%). Most of the producers did not use a wholesale (64%). The proportion of female responders (50.9%) was slightly higher than that of male (49.1%). The mean age of the responders was 44.32 years

with a high school education level (49%) being the most predominant. Almost all respondents use an on-farm distribution channel (Graph 1). Stand located somewhere on the road or same kind of market is the second most commonly used distribution channel, followed by Internet.



Graph1: Usage of different types of direct distribution channels

The differences between the groups of responders were determined through t-test (Table 1). Four distribution channels were analysed in this paper; on-farm channel was not included because only four responders did not use this channel. Responders who used different direct distribution channels had in general gave more positive rating related to web market application features as a form of presentation media. Statistically significant differences were determined between those responders who have stands at fairs and farm markets and those who do not have them in regard to their willingness to recommend the application as a media tool. This aspect is also statistically significant for road stand distribution channel and Internet as direct distribution channel. The responders who use Internet as a type of distribution channel also expressed more positive attitude related to achievement of direct contact with their customers and information provided by the application that are linked to the different agricultural related activities. The latter findings support Canavan et al. (2007).

Table 1. Results of t-test analysis

Features	Used		Not use		t-test value
	M	S.D.	M	S.D.	
<b>Vehicles used as road stand</b>					
Presentation features	2.92	0.60	3.75	1.13	0.40
Simplicity of use	4.05	0.91	3.81	0.83	0.22
Achieved direct contact with customers	3.32	0.94	2.44	1.26	-0.31
Recommend presentation though the application	4.19	0.52	3.63	1.15	0.43
Consumers' interest related to producer and its products	3.24	1.06	2.56	1.26	-0.41
Information about user related activities	3.95	0.70	3.38	1.09	-0.15
<b>Fairs and farm market</b>					
Presentation features	4.08	0.66	3.86	1.29	-0.61
Simplicity of use	4.05	0.86	3.79	0.97	-0.90

<b>Achieved direct contact with customers</b>	3.23	1.01	2.57	1.28	-1.74
<b>Recommend presentation though the application</b>	4.18	0.51	3.57	1.22	-2.58*
<b>Consumers' interest related to producer and its products</b>	3.23	1.06	2.50	1.29	-1.91
<b>Information about user related activities</b>	3.82	0.72	3.64	1.22	-0.65
<b>Road stands</b>					
<b>Presentation features</b>	4.08	.673	3.87	1.246	-.625
<b>Simplicity of use</b>	4.03	.885	3.87	.915	-.577
<b>Achieved direct contact with customers</b>	3.18	1.010	2.73	1.335	-1.182
<b>Recommend presentation though the application</b>	4.21	.528	3.53	1.125	-2.995**
<b>Consumers' interest related to producer and its products</b>	3.24	1.125	2.53	1.125	-2.050
<b>Information about user related activities</b>	3.84	.754	3.60	1.121	-.770
<b>Internet</b>					
<b>Presentation features</b>	4.14	.713	3.75	1.125	-1.263
<b>Simplicity of use</b>	4.05	.911	3.81	.834	-.941
<b>Achieved direct contact with customers</b>	3.32	.944	2.44	1.263	-2.520*
<b>Recommend presentation though the application</b>	4.19	.518	3.63	1.147	-2.482*
<b>Consumers' interest related to producer and its products</b>	3.24	1.065	2.56	1.263	-1.885
<b>Information about user related activities</b>	3.95	.705	3.38	1.088	-2.283*

Note: \*\* significant at 0.01, \* significant at 0.05.

## Conclusion

Direct distribution channels are the most predominant types of distribution channels that small agricultural producers use. There are different types of direct distribution channels and Internet is only one of them. However, Internet can also be a promotion media which emphasises its dual role. This paper focused on direct distribution channels and its link to Internet as promotion media, but the dual role of Internet was also examined.

In general, on-farm sale was the most widely used direct distribution channel in Istria County, but usage of stands in different places (e.g. fairs, farm markets and on the road) was also very common. Agricultural producers who used certain direct distribution channel gave better rates to different features of Internet as a promotion media.

To examine the dual role of Internet in agriculture marketing, research was focused on users of web based application that allows its users promotion and selling of their products at the same time. Those users who use this application as a type of direct distribution channel, rated the application features, that serve as a promotion tool, better, suggesting an existence of link between Internet as a promotion tool and distribution channel.

## References

- Bagher Arayesh M., (2015). Investigating the Financial and Legal - Security Infrastructure Affecting the Electronic Marketing of Agricultural Products in Ilam, Province. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 205 ( 2015 ) pp 542 – 549.
- Bruch L. M., Matthew E.D., (2010). Choosing Direct Marketing Channels for Agricultural Products, Programs in agriculture and natural resources, 4-H youth development, family and consumer sciences, and resource development. University of Tennessee Institute of Agriculture, U.S. Department of Agriculture and county governments cooperating.
- Butler, P. and Peppard, J. (1998). “Consumer purchasing on the internet: processes and prospects”, *European Management Journal*, Vol. 16 No. 5, pp. 600-10.
- Canavan. O., Henchion M., O’Reilly S., (2007). The use of the internet as a marketing channel for Irish speciality food. *International Journal of Retail & Distribution Management* Vol. 35 No. 2, 2007 pp. 178-195.
- Field A. 2005. *Discovering Statistics Using SPSS*. Sage Publication Ltd: London. <https://scholar.google.com>
- Gale F., (1997). „Direct Farm Marketing as a Rural Development Tool“, *Rural Development Perspectives*, vol. 12, no. 2, pp 19-25.
- Kovač I., Protrka D., Novak I. (2016). “Perception of the role of social networks in the promotion of retail chains in the Republic of Croatia” *Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu*, Vol.14 No.1 srpanj 2016. pp31-49. Zagreb
- Low A. S., Vogel S. (2011). “Direct and Intermediated Marketing of Local Foods in the United States”, *Economic Research Report Number 128*, pp. 1-32.
- Magesa M. M., Kisangiri M. and Jesuk K., (2014). Agricultural Market Information Services in Developing Countries: A Review, *Advances in Computer Science: an International Journal*, Vol. 3, Issue 3, No.9 , May 2014, pp 38-47.
- Razaque Chhachhar A., Qureshi B., Mujtaba Khushk G., Ahmed S., (2014). Impact of Information and Communication Technologies in Agriculture Development. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 4(1)281-288, 2014, pp 281-288.

## Kanali distribucije malih poljoprivrednih proizvođača – dvostruka uloga interneta

### Sažetak

Glavni je cilj bio utvrditi razlike između poljoprivrednih proizvođača koji koriste određene kanale izravne prodaje i onih koji ih nisu koristili u odnosu na različite značajke internetske aplikacije.

Podaci su prikupljeni putem strukturiranog upitnika kojeg su popunjavali poljoprivredni proizvođači registrirani u aplikaciji „Domaća web tržnica“. Podaci su obrađeni statističkim metodama koje uključuju univarijatnu i bivarijatnu statistiku.

Rezultati istraživanja ukazuju da je prodaja na kućnom pragu najčešći način izravne prodaje kojeg koriste proizvođači, dok je prodaja iz vozila najmanje korišten način. Signifikantne razlike utvrđene su među proizvođačima koji koriste i ne koriste određene kanale direktne distribucije s obzirom na tri značajke vezane uz Internet web aplikaciju. U slučaju Internet, rezultati potvrđuju njegovu dvostruku ulogu; kao kanal prodaje i kao medij promocije.

**Ključne riječi:** Internet, medij promocije, kanali distribucije, kanali prodaje, poljoprivredni proizvodi



## Višekriterijska usporedba hrvatske i slovenske prehrambene industrije

Lari Hadelan<sup>1</sup>, Magdalena Zrakić<sup>1</sup>, Josip Marušić<sup>2</sup>, Ivo Grgić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska, (mzrakic@agr.hr)

<sup>2</sup> Svetog Florijana 20, Lasinja

### Sažetak

Cilj rada je višekriterijski usporediti prehrambenu industriju u Hrvatskoj i Sloveniji te odrediti u kojoj je državi ona prosperitetnija. U tu je svrhu korišten analitički hijerarhijski proces (AHP) – jedna od metoda višekriterijske analize. Model se temelji na ocijeni prehrambene industrije prema tri grupe kriterija: (a) makroekonomski sektorski pokazatelji, (b) financijski pokazatelji kompanija, (c) tržišna prepoznatljivost kompanija i brendova. Unatoč boljoj prepoznatljivosti hrvatskih kompanija i brendova, makroekonomski i financijski pokazatelji bolji su kod slovenske prehrambene industrije što je odredilo i njezinu ukupnu bolju ocjenu prosperiteta.

**Ključne riječi:** prehrambena industrija, višekriterijska analiza, AHP, Hrvatska, Slovenija

### Uvod

Na razini Europske unije prehrambena industrija, prema brojnim pokazateljima, najvažnija je industrijska grana. S približno 212 milijardi eura bruto dodane vrijednosti, doprinos prehrambene industrije ukupnoj industrijskoj dodanoj vrijednosti je 13% odnosno 1,8% agregiranom gospodarstvu Europske unije (FoodDrink Europe, 2016). Još veća ovisnost EU gospodarstva o prehrambenoj industriji razvidna je iz činjenice da ona na području EU28 zapošljava oko 15% svih industrijskih radnika.

Do devedesetih godina prošlog stoljeća u Hrvatskoj i Sloveniji bili su prisutni slični politički i društveni čimbenici koji su odredili slične razvojne uvjete dviju zemalja. Raspadom SFR Jugoslavije nastupaju različite političke i gospodarske okolnosti koje su uvjetovale gospodarsko zaostajanje Hrvatske za Slovenijom. Bruto domaći proizvod za 2016. godinu iskazan prema paritetu kupovne moći u Hrvatskoj je na razini od 59% prosjeka Europske unije dok je u Sloveniji njegova usporedna vrijednost 83% prosjeka Unije (Eurostat, 2017). U Hrvatskoj prehrambenoj industriji u 2017. godini zaposleno oko 40 tisuća radnika što je više nego u bilo kojoj drugoj industrijskoj grani. U Sloveniji, prehrambena industrija s približno 16 tisuća radnika, treći je najveći industrijski poslodavac. I u pogledu bruto dodane vrijednosti, u Hrvatskoj je uloga prehrambene industrije veća. Već 1998. godine u Sloveniji je udio bruto dodane vrijednosti (BDV) ove grane u ukupnoj dodanoj vrijednosti bio 2,8% da bi u 2010. pao na 1,65% (Kuhar, 2014). U istom razdoblju smanjio se udio hrvatske prehrambene industrije u ukupnom BDP-u koji se ustalio u rasponu od 4,1% do 4,3%. Sam podatak o udjelu jednog gospodarskog segmenta u ukupnom gospodarstvu ne daje informacije o njegovoj razvijenosti zbog čega je za znanstvenu i stručnu utemeljenost ocjene prosperiteta<sup>1</sup> prehrambenih industrija Hrvatske i Slovenije nužno koristiti više pokazatelja. U tu se svrhu koriste raspoloživi makroekonomski pokazatelji poput produktivnosti i izvozne konkurentnosti kojima su u ovom radu pridruženi i financijski pokazatelji profitabilnosti sektora. Izvozni pokazatelji naročito su važni za male otvorene ekonomije u kojima je

<sup>1</sup> Prosperitet (latinski *prosperitas*: sreća) prema Enciklopediji leksikografskog zavoda Miroslav Krleža je stanje gospodarskog napretka i blagostanja.

izvozna konkurentnost ključ održivoga rasta i vitalnosti gospodarske aktivnosti (Stojanov i sur., 2011). Pokazatelji profitabilnosti najvažniji su financijski pokazatelji na što ukazuje njihov najveći ponder u Altmanovom sintetskom pokazatelju financijske nesigurnosti. Jedan od nebrojčanih pokazatelja koji determiniraju poslovnu uspješnost je i prepoznatljivost kompanija odnosno brendova koji su u ovom radu također sastavni dio modela usporedbe prehrambene industrije Hrvatske i Slovenije. Utjecaj brendiranja na poslovanje kompanija dokazana je u više radova. Autori Homburg, Klarmann i Schmitt (2010) istražuju povezanost između prepoznatljivosti brenda i poslovanja kompanija. Na uzorku od 300 kompanija dokazuju postojanje korelacije između prepoznatljivosti brenda i tržišnih pokazatelja te profitne marže kompanija.

Jedinstvena, sintetizirana ocjena prehrambenih industrija dviju zemalja osigurana je primjenom AHP modela - višekriterijske metode poslovnog odlučivanja i rangiranja.

### Materijal i metode

U cilju usporedne evaluacije prehrambene industrije u Hrvatskoj i Sloveniji korištena je višekriterijska metoda Analitički hijerarhijski proces (AHP). Metodu temeljenu na teoriji korisnosti kreirao je Thomas L. Saaty 1977. godine. Svrha metode je uparivanjem kriterija i alternativa doći do ocjene u kojoj mjeri pojedine alternative (u predmetnom slučaju – prehrambene industrije dviju zemalja) zadovoljavaju kriterije poslovne perspektivnosti.

U analizu su uključeni:

1. Kvantitavni makroekonomski i financijski pokazatelji
2. Kvalitativni pokazatelji prepoznatljivosti poduzeća i brendova prehrambene industrije.



Grafikon 1. AHP model ocjene prosperiteta hrvatske i slovenske prehrambene industrije

Od makroekonomskih pokazatelja korišten je pokazatelj (a) sektorske produktivnosti koji se izračunava omjerom ostvarenih poslovnih prihoda i broja zaposlenih u prehrambenoj industriji te (b) udio izvoznih prihoda u ukupnim prihodima sektora. Od financijskih pokazatelja uključena su dva pokazatelja profitabilnosti – profitabilnost imovine i profitna marža. Profitabilnost imovina omjer je ukupne neto dobiti i bilančnog iznosa imovine kompanija iz sektora prehrambene industrije dok je profitna marža omjer neto dobiti i prihoda od prodaje. Kod svih korištenih kvantitativnih pokazatelja prihvatljivije su što veće vrijednosti koje ukazuju na bolje makroekonomske i financijske rezultate. Kao izvor

podataka za hrvatsku prehrambenu industriju korištena je publikacija Financijske agencije (FINA) s prikazom poslovnih rezultata prehrambene industrije u 2015. godini. Usporedive vrijednosti za slovensku prehrambenu industriju preuzete su iz članka Slovenska živilska industrija v letu 2015 (Kuhar, 2016 prema podacima Agencije Republike Slovenije za javnopravne evidencije in storitve). Kvalitativni pokazatelji koji se odnose na prepoznatljivost poduzeća i brendove dobiveni su anketom koja je provedena na uzorku od 277 ispitanika od čega je 217 ispitanika iz Hrvatske, a 60 ispitanika iz Slovenije. Nesrazmjer između broja ispitanika dviju zemalja nije utjecao na rezultate jer je obrada napravljena zasebno za svaku zemlju. Anketa je provedena online, uzorak je prigodan, ispitanici su korisnici društvenih mreža, a među njima je veća zastupljenost žena (72,5%). Većina ispitanika (53,8%) u dobi je od 18 do 25 godina.

## Rezultati i rasprava

Prema podacima FINA-e, u 2015. godini u Hrvatskoj je u djelatnosti prehrambene industrije poslovalo 1.721 poduzeća. Od toga je njih 67% poslovalo s dobitkom dok su ostali ostvarili gubitak. Ukupno ostvareni prihodi iznosili su 33,3 milijarde kuna dok je ukupna neto dobit na razini sektora u 2015. godini iznosila oko 931,6 milijuna kuna. Ukupna imovina svih poduzeća prehrambene industrije u Hrvatskoj vrijedila je oko 35,5 milijardi kuna, a zaposleno je bilo 43.588 radnika. Iz podataka o prihodima i broju zaposlenih izračunata je produktivost sektora od oko 764 tisuće kuna odnosno 102 tisuće eura po radniku. Usporedno, u slovenskoj prehrambenoj industriji u 2015. zaposleno je bilo 12.658 radnika pa je uz prihode od oko 2,062 milijarde eura ostvarena produktivnost od 163 tisuće eura po radniku. Iako je prehrambena industrija u obje države jedna od najvitalnijih gospodarskih grana, produktivnost nije na razini razvijenijih zemalja Europske unije pa je tako, primjerice, produktivnost u danskoj prehrambenoj industriji oko 464 tisuća eura po zaposlenom odnosno četiri puta više nego u Hrvatskoj. Tvrtke u zemljama s malim tržištem poput hrvatskog i slovenskog prisiljene su izvozom osigurati dodatne prihode pa je ostvarivanje izvoznih prihoda jedan od važnijih preduvjeta uspješnosti prehrambene industrije. U ovom je pogledu nešto uspješnija slovenska industrija koja u izvozu ostvaruje 24,3% prihoda dok je usporedna vrijednost u slučaju Hrvatske 16,6%. Zabrinjavajuće mali je udio hrvatskih tvrtki s izvoznom orijentacijom kojih je svega 14,5% od ukupnog broja kompanija hrvatske prehrambene industrije (FINA, 2016). U Tablici 1 prikazani su kvantitativni pokazatelji korišteni u modelu.

Tablica 1. Makroekonomski i financijski pokazatelji prehrambene industrije u Hrvatskoj i Sloveniji, 2015

	Profitabilnost imovine (ROA)	Profitna marža	Produktivnost (prihodi/broj zaposlenih)	Udio izvoznih prihoda
Hrvatska	2,6%	2,8%	101.911	16,6%
Slovenija	3,2%	3,4%	162.890	24,3%

Izvor: FINA (2016); Kuhar (2016)

U anketi tržišne prepoznatljivosti prehrambenih industrija dviju zemalja ispitanici su zamoljeni procijeniti upoznatost s kompanijama i njihovim proizvodima te prepoznatljivost brendova. Ovdje se hrvatsko i slovensko tržište pretpostavilo kao jedno pa su svi ispitanici procjenjivali sve kompanije i brendove, neovisno iz koje su države. Predloženo im je šest poduzeća, po tri iz svake zemlje. Poduzeća su odabrana po kriteriju veličine i zastupljenosti

njihovih proizvoda u drugoj zemlji. Od hrvatskih poduzeća u analizi su korišteni Vindija, Podravka i Kraš, a od slovenskih Droga Kolinska, Pivovarna Laško i Žito. Upoznatost s kompanijama i proizvodima procijenjena je ljestvicom s pet razina intenziteta (1-mala upoznatost do 5-izuzetna upoznatost). Anketa je, prema očekivanju, pokazala da su ispitanici u Hrvatskoj bolje upoznati s hrvatskim, a ispitanici u Sloveniji sa slovenskim kompanijama i njihovim proizvodima. Ipak razvidno je da su ispitanici u Sloveniji u većoj mjeri upoznati s hrvatskim kompanijama i proizvodima (ocjena 3,49) nego ispitanici u Hrvatskoj sa slovenskim (2,05). Posljedica toga je viša ukupna ocjena upoznatosti hrvatskih predstavnika prehrambene industrije.

Tablica 2. Ocjene upoznatosti s kompanijama i proizvodima prehrambene industrije u Hrvatskoj i Sloveniji (1-mala upoznatost, 5-izuzetna upoznatost)

Kompanije	Prosječne ocjene		
	Ispitanici u RH, N=217	Ispitanici u SLO, N=60	Ukupna prosj. ocjena
RH kompanije	Podravka	4,18	3,89
	Kraš	4,47	
	Vindija	4,24	
SLO kompanije	Droga Kolinska	1,49	2,98
	Pivovarna Laško	2,97	
	Žito Grupa	1,69	

Izvor: autori prema rezultatima ankete

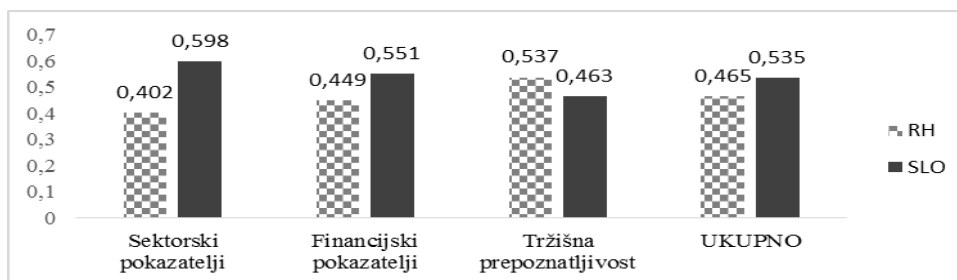
Drugi podkriterij odnosi se na prepoznatljivost brendova prehrambene industrije dviju zemalja. U tu je svrhu ispitanicima ponuđeno jedanaest poznatih brendova slovenske i hrvatske prehrambene industrije kojima su dodijeljivali ocjene od 1-potpuno nepoznat brend do 5 - izuzetno poznat brend. Zanimljivo je da su ocjene prepoznatljivosti brendova više od ocjene upoznatosti s kompanijama i proizvodima. Gotovo svi brendovi označeni su kao vrlo poznati (osim Gorenjka čokolade 1,98 i Krašove Jubilarne kave 3,30). Ukupna prosječna ocjena nešto je viša kod brendova hrvatske prehrambene industrije.

Tablica 3. Ocjene prepoznatljivosti brendova prehrambene industrije u Hrvatskoj i Sloveniji (1-slaba prepoznatljivost, 5-izuzetna prepoznatljivost)

Brendovi	Prosječne ocjene		
	Ispitanici u RH, N=217	Ispitanici u SLO, N=60	Ukupna prosj. ocjena
RH brendovi	Vegeta	4,56	3,91
	Jamnica	4,59	
	Bajadera	4,46	
	Gavrilović pašeta	4,17	
	Jubilarna kava	3,69	
SLO brendovi	Gorenjka čokolada	1,40	3,76
	Cockta	4,41	
	Barcaffè	3,81	
	Radenska	3,52	

Izvor: autori prema rezultatima ankete

Temeljem prikazanih makroekonomskih i financijskih podataka odnosno tržišne prepoznatljivosti izrađen je AHP model u kojem procjenom autora pretpostavljena podjednaka važnost triju kriterija perspektivnosti prehrambene industrije. Unutar makroekonomskih kriterija dana je umjereno veća važnost (ocjena 3 iz Saatyjeve skale) izvoznim prihodima u odnosu na sektorsku produktivnost. U okviru financijskih pokazatelja veća važnost dana je profitabilnosti imovine dok je kod tržišne prepoznatljivosti važnost dvaju potkriterija podjednaka. Ukupni rezultati AHP usporednog vrednovanja hrvatske i slovenske prehrambene industrije ukazuju na više prioritete i prosperitet slovenske prehrambene industrije unatoč nešto slabijoj prepoznatljivosti njihovih kompanija i brendova.



Grafikon 2. Usporedne ocjene (kriterijske i zbirne) hrvatske i slovenske preh.ind.

Izvor: autori prema AHP modelu vrednovanja

## Zaključak

Prema zaposlenosti i bruto dodanoj vrijednosti u ukupnom gospodarstvu, u Hrvatskoj prehrambena industrija ima važniju ulogu nego u Sloveniji. Unatoč tome sektorski makroekonomski pokazatelji kao i financijski pokazatelji kompanija bolji su u slovenskom primjeru. Unatoč većoj prepoznatljivosti i upoznatosti ispitanika s kompanijama, proizvodima i brendovima hrvatske prehrambene industrije, primjenom AHP usporednog vrednovanja, slovenska prehrambena industrija ostvarila je bolju ocjenu perspektivnosti.

## Literatura

- EUROSTAT (2017). GDP per capita, consumption per capita and price level indices, raspoloživo: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/GDP\\_per\\_capita,\\_consumption\\_per\\_capita\\_and\\_price\\_level\\_indices](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/GDP_per_capita,_consumption_per_capita_and_price_level_indices)
- Financijska agencija (FINA): Poslovanje poduzetnika u odjeljku djelatnosti proizvodnje prehrambenih proizvoda u 2015. godini.
- FoodDrink Europe (2016): Data & Trends of the European Food and Drink Industry 2016, <http://www.fooddrinkurope.eu/publication/data-trends-of-the-european-food-and-drink-industry-2016/>
- Homburg, C., Klarmann, M., & Schmitt, J. (2010). Brand awareness in business markets: When is it related to firm performance?, *International Journal of Research in Marketing*, 27(3), 201-212.
- Kuhar, A. (2016): Slovenska živilska industrija v letu 2015, 16. vrh kmetijskih in živilskih podjetij, Nova Gorica, Slovenija
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, 15(3), 234-281.
- Stojanov, D., Bezić, H., Galović, T. (2011). Izvozna konkurentnost Primorsko-goranske županije. *Ekonomski Vjesnik*, 24(1), 33-46.

## **Multi-criteria comparison of the Croatian and Slovenian food industry**

### **Abstract**

The aim of the paper is to compare the food industry in Croatia and Slovenia by multicriteria method and determine industry's perspective. For this purpose, the Analytical Hierarchical Process (AHP) was used. AHP model is based on the assessment of the food industry according to three groups of criteria: (a) macroeconomic sector indicators, (b) financial indicators of companies, (c) market recognizability of companies and brands. Despite the better recognizability of Croatian companies and brands, macroeconomic and financial indicators are better in the Slovenian food industry, which has determined its overall better prospects grade.

**Key words:** food industry, multicriteria analysis, AHP, Croatia, Slovenia

## Differences among preferences of wine consumers in relation to the wine attributes

Anita Silvana Ilak Peršurić<sup>1</sup>, Ana Težak Damijanić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute for agriculture and tourism, C. Hugues 8, 52440 Poreč, Croatia (anita@iptpo.hr)*

### Abstract

The paper examined three groups of wine consumers and their relations to wine attributes. A total of 412 respondents were examined, namely winery visitors, wine exhibitions visitors and residents. Data were collected about their preferences toward extrinsic and intrinsic wine attributes. Statistical analysis showed high impact of nine attribute's, whereas extrinsic attributes of bottle and label design and awards were most important. Intrinsic attribute of recommendation of salespersons was the most important. Significant differences between three groups manifested for residents compared to wine exhibition and winery visitors and for certain attributes. Residents considered sellers' recommendations most important, while bottle design, label and quality less important.

**Key words:** wine consumers preferences, wine attributes.

### Introduction

The nature of wine as a product and a consumer good is highly complex, with an extensive number of varieties and brands on the market. Therefore, research that examines the behaviour of consumers toward wine and their relations as costumers in the sales chain and toward sales personal is crucial.

Methods used to investigate wine as a product are usually focused to the relation of consumers toward extrinsic and intrinsic attributes of wine. The survey of external attributes in Australia (Chrea et al., 2011) suggested the importance of grape variety, awards, vintage, region and price while findings of Gill and Sanchez (1997) and Lockshin et al. (2006) pointed out the importance of brand, region, awards and price in wine choice. Package design was examined by Veseli and Alili (2014) whereas package presents communication to consumers attracting their attention and influencing purchase.

Origin of a wine (geographic) which presumes specific qualities of the wine that can be described by analytical (chemical, physical) and sensorial features, well known for certain grape varieties can enhance its evaluation while appellation / origin labels are official assurance of quality and authenticity (Chrysochou and Jorgensen, 2016). Surveys on intrinsic attributes showed importance of perceived quality of wine (Oude Ophuis and van Trijp, 1995; Rust et al. 1999) and gustatory dimensions (Charters and Pettigrew, 2007). Wine consumers tend to pay also attention to different wine attributes of freshness or ageing (Kallas et. al. 2012). Aged wines are accepted as wines with more value (Hughson et al., 2004), especially red wines. The opinions of experts and retailers are welcome as they enhance the purchase (Cardebat and Fiquet, 2013). In the case of recommendations, retailers, the educated and knowledgeable personnel who can give recommendations about wines are highly valued by consumers and enhance the sales (Goodman et al. 2010).

The goal of this paper was to examine the differences among three groups of wine consumers in relation to the importance they place on certain wine attributes.

## Materials and methods

A study focused on wine consumers was a part of a project financed by IPA/EFRR “Malvasia TourIstra” in the Operational Programme Slovenia-Croatia 2007-2013.

The research included three types of wine consumers: winery visitors, wine exhibition visitors and residents. The survey was conducted from April through December in 2014. Winery visitors, wine exhibition visitors and local population were analysed as one sample in order to determine the differences and similarities among them. Only those questions i.e. variables that were the same in both cases were merged into one data set.

The main criterion for selecting the responders was that they were at least 18 years old. Data from winery visitors visiting wineries in Croatian part of Istria and residents were collected from July through December in 2014, while data from wine exhibition visitors were gathered in May 2014 in during Vinistra wine exhibition fair that takes place every year in Poreč city (Croatia).

For the purpose of data gathering, three separate questionnaires were constructed.

Winery visitors' questionnaire consisted of 28 questions which were divided into four sections: 1) responders' preferences about wine consumption and purchase in general, 2) questions related to Istrian Malvasia in the context of tourism, 3) question focused on certain aspects of wineries and 4) respondents' characteristics (age, gender, education level, occupation, net monthly personal income, and country of origin).

Wine exhibition visitors' questionnaire consisted of 23 questions which were divided into four sections: 1) responders' preferences about wine consumption and purchase in general, 2) questions related to Istrian Malvasia as a typical Istrian wine, 3) question focused on certain aspects of wine exhibition and 4) respondents' characteristics (age, gender, education level, occupation, net monthly personal income and town/municipality). Residents' questionnaire consisted of 35 questions which were divided into four sections: 1) responders' preferences about wine consumption and purchase in general, 2) questions related to Istrian Malvasia as a typical Istrian wine, 3) question focused on interest in winery and wine exhibition visitation and 4) respondents' characteristics (age, gender, education level, occupation, net monthly personal income and town/municipality).

Data from winery visitors and wine exhibition visitors were collected through self-completed questionnaire (with presence of authors), while data from local population were collected through e-mail (response rate 35%). Statistical methods used for the data processing included univariate and bivariate statistics. Univariate statistics was used for general description of the samples, while bivariate statistics was used to determine the differences among the groups of consumers. In order to determine the differences among the groups regarding their perceived importance of wine attributes one-way ANOVA was used. Since the assumption of equal variances was met, Tukey post hoc test was used (Field, 2005). Wine attributes were adopted from Duarte *et al.*, (2010), MacDonald *et al.* (2013), Corduas *et al.* (2013), Quester and Smart (1996), Hall *et al.* (2001) and Ramos *et al.* (2011). A total of 14 items were used for measuring wine attributes on a five-point Likert scale (1 = 'strongly disagree' to 5 = 'strongly agree').

## Results and discussion

A total of 412 responders were taken into analysis which sociodemographic features are described in Table 1. There were slightly more wine exhibition visitors (157 respondents) compared to winery visitors (153 respondents) and residents (102).



In general, all three consumer groups were mostly male (51%) with average age of 38 with a higher education level (66%). Customers were mostly employees (43%). Winery visitors and wine exhibition visitors mostly preferred dry wines, while residents preferred semi-dry wines.

Table 1. Responders' socio demographical characteristics

Variable	Winery visitors (%)	Wine exhibition visitors (%)	Residents (%)	Total (%)
Gender				
Male	24.9	15.9	10.2	51.0
Female	13.9	27.3	7.8	49.0
Age (M; SD)	40.4; 12.05	34.4; 14.11	42.6; 10.62	38.2; 13.15
18-24	4.7	13.6	0.9	19.7
25-34	6.8	13.6	4.3	25.7
35-44	14.0	5.1	6.4	23.5
45-54	7.2	4.7	4.7	17.0
55+	6.0	5.1	3.0	14.1
Education				
Primary school and less	0.4	0.4	0.0	0.8
High school	15.7	16.1	1.2	33.1
Higher education	23.8	25.4	16.9	66.1
Profession				
Self-employed	11.8	7.8	2.9	22.4
Manager	7.8	3.7	1.6	13.1
Employee	12.7	17.1	13.1	42.9
Student	4.1	9.4	0.4	13.9
Other				7.7
Preferred type of wine	Dry	Dry	Semi- dry	

Source: authors' field research and data processing

One-way ANOVA was used to determine the differences among the three groups and 14 wine attributes. Statistically significant differences among the three consumer groups were determined for nine wine attributes (Table 2). Wine exhibition visitors placed higher importance on producer/brand feature and amount of sugar compared to the winery visitors. They also considered ageing of wine to be of higher importance of wine compared to residents. Most differences were found between residents and winery and wine exhibition visitors. Namely, residents placed lower importance of recommendations received from salespersons, the design of the bottle and the label, quality presented through different labels and awards compared to winery and wine exhibition visitors. Recommendations from friends and waiters were more important to winery visitors which differentiated them from wine exhibition visitors and residents. Wine exhibition visitors placed higher importance on ageing of wine compared to residents.

Table 2. Responders' responses to wine attributes

Wine attribute	Winery visitors		Wine exhibition visitors		Residents		F (2, 410)
	M	SD	M	SD	M	SD	
Producer/brand	3.0 <sub>2</sub>	1.31	3.6 <sub>1</sub>	1.26	3.3	1.14	6.33**
Recommendations of friends	4.1 <sub>2,3</sub>	0.98	3.7 <sub>1</sub>	0.95	3.7 <sub>1</sub>	0.93	4.26*
Recommendations of the salesperson	3.4 <sub>3</sub>	1.07	3.0 <sub>3</sub>	1.13	2.5 <sub>1,2</sub>	1.11	9.74***
Recommendations of the waiters	3.5 <sub>2,3</sub>	0.95	3.1 <sub>1</sub>	1.10	3.0 <sub>1</sub>	1.15	5.56**
The design of the bottle and the label	3.1 <sub>3</sub>	1.17	3.4 <sub>3</sub>	1.14	2.3 <sub>1,2</sub>	1.09	15.87***
Awards	3.4 <sub>3</sub>	1.15	3.7 <sub>3</sub>	1.14	2.9 <sub>1,2</sub>	1.13	10.34***
Quality (PDO, PGI labels)	3.9 <sub>3</sub>	1.10	3.8 <sub>3</sub>	1.08	3.3 <sub>1,2</sub>	1.02	6.36**
Amount of sugar	2.9 <sub>2</sub>	1.24	3.5 <sub>1,3</sub>	1.00	3.0 <sub>2</sub>	1.08	9.40***
Ageing of wine	3.3	1.10	3.6 <sub>3</sub>	1.07	3.1 <sub>2</sub>	1.12	4.00*

Source: authors' field research and data processing; Note: Mean with subscripts differ at  $p < 0.05$ , \*\*\* significant at 0.001, \*\* significant at 0.01, \* significant at 0.05.

## Conclusions

The research results showed the differences between three groups of wine consumers; winery visitors, wine exhibition visitors and residents (local population).

Extrinsic attributes as design and awards have been statistically of most importance for all three groups.

Intrinsic attributes that comprise social influence of recommendations of sales persons was ranked highest for all three groups of respondents.

All other attributes were statistically related to wine consumers behaviour but with lower statistical incidence. Major differences with higher importance occurred for residents in case of sales persons recommendations, for winery visitors at recommendations of friends and waiters and for awards, while for winery visitors regarding wine age.

## References

- Cardebat J.M., Fiquet J.M. (2013). Expert opinions and Bordeaux wine prices: an attempt to correct the bias of subjective judgments. AAWE Working Paper 129.
- Corduas M., Cinquanta L., Ievoli C. (2013). The importance of wine attributes for purchase decisions: A study of Italian consumers' perception. *Food Quality and Preference* 28: 407–418.
- Chrea C., Melo de L., Evans G., Forde C., Delahunty C., Cox D.N. (2011). An investigation using three approaches to understand the influences of extrinsic product cues on consumer behaviour: An example of Australian wines, *Journal of Sensory Studies* 23:13-24.
- Chrysochou P., Jorgensen J.B. (2016). Danish consumer preferences for wine and the impact of involvement, Australian consumers perceptions of Champagne and other sparkling wine: and exploratory study, 9th Academy of wine business research conference, Conference proceedings: 194-202.
- Charters S., Pettigrew S. (2007). The dimensions of wine quality. *Food quality and preference* 18:997-1000.
- Duarte F., Madeira J., Barreira M. (2010). Wine purchase and consumption in Portugal - an exploratory analysis of young adults' motives/attitudes and purchase attributes, *Ciência Téc. Vitiv.* 25(2): 63-73.
- Field A. (2005). *Discovering Statistics Using SPSS*. Sage Publication Ltd: London.

- Gill J.M., Sanchez M. (1997). Consumer preferences to wine attributes: A conjoint approach. *British Food Journal* 99:3-11.
- Hall J., Lockshin L., O' Mahony G.B. (2001). Exploring the Links Between Wine Choice and Dining Occasions: Factors of Influence, *International Journal of Wine Marketing*, 13 (1):36 – 53.
- Hughson A, Ashman H, De la Huega V, Moscovitz H, 2004. Mind set of the wine consumer, *Journal of Sensory Studies* 19:85-105.
- Kallas Z., Escobar C., Gill J. (2012). Assessing the impact of Christmas advertisement campaign on Catalan wine preference using choice experiments, *Appetite* 52:258-298.
- Lockshin L., Jatwis W., D'Hauteville F., Peronty J.P. (2006). Using simulations from discrete choice experiments to measure consumers sensitivity to brand, region, price and awards in wine choice. *Food Quality and Preference*: 17:166-178.
- MacDonald J. B., Saliba A.J., Bruwer J. (2013). Wine choice and drivers of consumption explored in relation to generational cohorts and methodology. *Journal of Retailing and Consumer Services* 20: 349–357.
- Oude Ophuis P.A.M., van Trijp H.C.M. (1995). Perceived quality: A market driven and consumer oriented approach. *Food Quality and Preference* 6:177-183.
- Quester P.G., Smart J. (1996). Product Involvement in Consumer Wine Purchases: Its Demographic Determinants and Influence on Choice Attributes. *International Journal of Wine Marketing*. 8(3):37 – 56.
- Ramos P.M.G., Martins F.V., Barandas H.G. (2011). Differences in the Perception of Wine Attributes: A Comparative View Between Consumers, Producers and Intermediaries, *Bulletin de l'OIV*, 84: 271-306.
- Rust R.T., Inman J.J., Jia J., Zahornik A. (1999). What you don't know about consumer-perceived quality: The role of consumer expectations distributions. *Marketing Science* 18(1):77-92.
- Veseli N., Alili L. (2014). The influence of package design on consumers shopping decision. *Economy & Business* 8:469-486.

## **Razlike u preferencijama potrošača vina u odnosu na attribute vina**

### **Sažetak**

U radu su ispitane tri skupine potrošača vina i njihov odnos prema vinskih atributima. Podatke za istraživanje dalo je 412 ispitanika, i to posjetitelji vinarija, posjetitelji izložbe vina i rezidenati. Kroz tri upitnika prikupljeni su podaci o njihovim sklonostima prema ekstrinzičnim i intrinzičnim svojstvima vina. Statistička analiza pokazala je jak značaj devet atributa, i to ekstrinzični atributi dizajna boce i etikete te nagrade. Intrinzični atribut preporuke prodavača bio je najvažniji. Značajne razlike između tri skupine očitovale su se za rezidente u odnosu na posjetitelje izložbe vina i posjetitelje vinarija, te za određene attribute, rezidenti su smatrali manje važne preporuke prodavača, dizajn boce i etikete te oznake kvalitete prikazanih u obliku oznaka i nagrada.

**Ključne riječi:** preferencije potrošača vina, atributi vina.

## Ekonomska opravdanost investicije u proizvodnju borovnice

Sanjin Ivanović<sup>1</sup>, Ivan Stešić<sup>1</sup>, Zorica Vasiljević<sup>1</sup>, Vlade Zarić<sup>1</sup>, Vesna Očić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun – Beograd, Srbija (sanjinivanovic@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Uzgoj borovnica u Srbiji je jako mali, iako za to postoje odlični prirodni uvjeti. Glavni razlog tome je potreba za velikim investicijskim ulaganjima. Cilj rada je utvrditi visinu investicije za podizanje nasada borovnice, kao i ekonomsku opravdanost uzgoja. U tu svrhu korištena je metoda neto sadašnje vrijednosti investicije i metoda analize osjetljivosti. Utvrđeno je da je ulaganje u nasad borovnice ekonomski opravdano kako u očekivanim, tako i u rizičnim uvjetima poslovanja. Za povećanje ove proizvodnje neophodna je pomoć države u obliku odgovarajućih subvencija, a važnu ulogu može imati i sustav izravne prodaje.

**Ključne riječi:** borovnica, investicije, neto sadašnja vrijednost, analiza osjetljivosti

### Uvod

Ukupna površina poljoprivrednog zemljišta na području Republike Srbije iznosi 3.861.477 hektara prema podacima Popisa poljoprivrede iz 2012. godine. Od toga broja 240.000 hektara čine voćnjaci, što je malo s obzirom na povoljne klimatske i zemljišne uvjete za uzgoj voćaka. Proizvodnja voća čini 11 % ukupne vrijednosti poljoprivredne proizvodnje u Srbiji. Ukupna proizvodnja voća u periodu od 2000-2013. godine kretala se od 600.000 tona u 2002. godini do rekordnih 1.523.000 tona u 2013. godini. Kao proizvođač voća Srbija je na prvom mjestu u regiji, dok je kod pojedinih voćnih vrsta vodeća zemlja i u europskim i svjetskim razmjerima (npr. u proizvodnji maline). U strukturi izvoza poljoprivrednih proizvoda voće i prerađevine od voća sudjeluju sa 17%.

Najveće površine voćnjaka su u Zapadnoj Srbiji, Šumadiji, Podunavlju i dijelovima južne Srbije. Postoji duga tradicija u proizvodnji šljive, maline, jabuke i višnje i to je jedan od razloga zašto su ove voćne vrste najznačajnije za voćarsku proizvodnju Srbije. Posljednjih godina dolazi do povećanja interesa za uzgoj borovnice visokog grma, naročito u predjelu zapadne Srbije iako je proizvodnja borovnice i dalje simbolična. Zbog svojih ljekovitih svojstava ona je veoma tražena voćna vrsta. Najveći svjetski proizvođači borovnice su SAD i Kanada, a nakon njih po značaju dolaze Poljska, Nizozemska, Litva i Švedska.

Borovnici najbolje odgovaraju laka, dobro drenirana i prozračna kisela zemljišta (pH 4,2 – 4,8), bogata organskim materijalom (humusom), kao što su gajnjače, deluvijalna zemljišta sa dosta humusa, višegodišnji pašnjaci i dr. Uspješna proizvodnja borovnice može se očekivati na zemljištima bogatim humusom (od 7 do 10 %), jer upravo organska tvar štiti osjetljivi korjen borovnice od iznenadne promjene pH vrijednosti, vlažnosti ili temperature zemljišta (Mratinić, 2015). Može se uzgajati i na plićim zemljištima (30-50 cm) zahvaljujući površinskom korjenovom sustavu. Borovnica ne podnosi sušu, pa je za njen uspješan uzgoj neophodan sustav za navodnjavanje.

Srbija je sa svojim prirodnim agrometeorološkim uvjetima odlično mjesto za uzgoj borovnice. Međutim, površine pod borovnicom su i dalje veoma male. Prema podacima iz

2009. godine (Nikolić i Milivojević, 2009) ukupne zasađene površine kretale su se između 40-50 hektara, najviše na području Arilja, Užica, Ljiga, Knjaževca i Vlasinskog jezera. U posljednjih 5-6 godina zasađeno je još oko 100 hektara visokogrmlne borovnice, prvenstveno sorte Duke. Male površine pod borovnicom su prvenstveno posljedica velikih investicijskih ulaganja (koja iznose i do 40.000 eura po hektaru) kao i nedovoljne upoznatosti proizvođača sa tehnologijom uzgoja borovnice.

Na području Srbije nedovoljno je istražena ekonomska efikasnost podizanja nasada borovnice. Istraživanja koja su do sada provedena uglavnom su se odnosila na ocjenu ekonomske efikasnosti investicijskih ulaganja u nasade voćnjaka i vinograda općenito. Tako je Vasiljević Zorica (1995) istraživala metode ocjene ekonomske efikasnosti investicija i njihov utjecaj na donošenje investicijskih odluka u poljoprivrednoj proizvodnji uopće. Ona je na višegodišnjim nasadima različite dužine korištenja izvršila ocjenu isplativosti ulaganja, kao i njihove financijske prihvatljivosti (likvidnosti). Različite aspekte problematike podizanja višegodišnjih nasada proučavali su i Vulić i sur. (2004). Ekonomsku efikasnost i financijsku prihvatljivost investicijskih ulaganja, kao i izbor najpovoljnije varijante podizanja na modelu poljoprivrednog poduzeća u kome se podiže kombinirani nasad u svom radu ispituje Gogić (2009). Problematikom ekonomske isplativosti investicije u nasad maline bavili su se Gogić i Ivanović (2013) i Ivanović i Gogić (2013).

Jedan od načina za unapređenje proizvodnje borovnice mogao bi biti primjena metoda izravne prodaje. Ukoliko koriste izravnu prodaju proizvođači izbjegavaju posrednike i djelomično eliminiraju neizvjesnost jer se mogu osloniti na vlastite vještine i znanja, čime se olakšava i donošenje investicijskih odluka naročito u podizanju višegodišnjih nasada što je predmet ovog rada. Na lokalnom nivou izravna prodaja pomaže poljoprivrednicima da smanje transportne troškove. Imajući u vidu sezonske i teritorijalne karakteristike koje razlikuju izravnu prodaju, druge uštede troškova mogu nastati kao rezultat smanjenih potreba u smislu čuvanja i pakiranja (Agugla, 2009). Poljoprivrednici koji će imati najviše koristi od izravne prodaje su, prije svega oni koji posjeduju neophodnu radnu snagu, kapacitet i znanje (Feher, 2012).

Cilj ovog rada je utvrđivanje ekonomske efikasnosti podizanja nasada borovnice na obiteljskim gospodarstvima u Srbiji (na području Zlatiborskog okruga), kako u očekivanim, tako i u rizičnim uvjetima poslovanja.

## **Materijal i metode**

U radu su primjenjene metode koje rezultiraju izračunom na temelju kojeg je moguće utvrditi ekonomsku isplativost investicija u podizanju nasada borovnice u očekivanim, kao i u uvjetima rizika. Osnova za ocjenu investicija u očekivanim uvjetima proizvodnje su analitičke kalkulacije proizvodnje borovnice, kojima su obuhvaćeni novčani primici i izdaci. Na ovako dobivenim podacima primjenjena je metoda neto sadašnje vrijednosti (*Net Present Value*) kao najznačajnija metoda iz grupe dinamičnih metoda za ocjenu ekonomske efikasnosti investicija. Neto sadašnja vrednost utvrđena je po standardnoj metodologiji koju detaljno objašnjavaju autori kao što su Gogić (2014) i Andrić i sur. (2005).

Za ocjenu investicije u podizanje nasada borovnice u uvjetima rizika primjenjena je metoda analize osjetljivosti (*Sensitivity Analysis*). Ova metoda ispituje što će se dogoditi sa neto sadašnjom vrijednosti ukoliko se promijeni samo jedan od elemenata obračuna, dok su ostali elementi konstantni.

Glavni izvor podataka za obračune bili su podaci konkretnog obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva sa područja Zlatiborskog okruga koje je investiralo u proizvodnju borovnice, kao i odgovarajući standardi iz literature te podaci prikupljeni analizom tržišta borovnice.

## Rezultati i rasprava

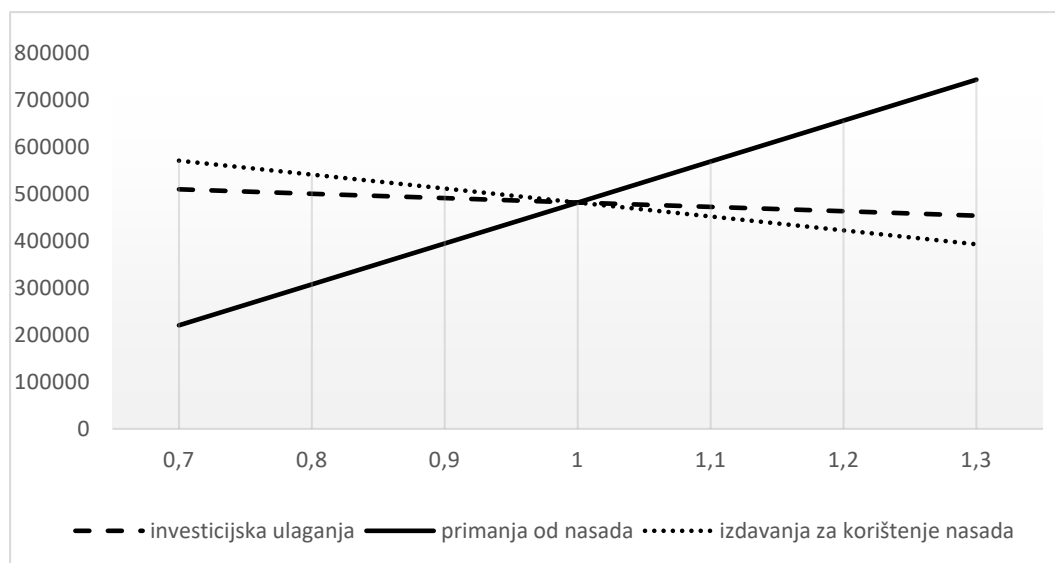
Zlatiborski okrug je poznat po voćarskoj proizvodnji, prvenstveno zbog uzgoja maline koja od voćnih vrsta dominira na ovom prostoru. Malina se najviše uzgaja u općini Arilje gde se uzgaja na 1.500 ha i prosječno se godišnje proizvede oko 15.000 t. Borovnica u posljednje vrijeme postaje sve popularnija za uzgoj, zbog visoke otkupne cijene i visokih prihoda koje donosi, međutim, problem predstavljaju veoma visoka ulaganja po hektaru koja većina gospodarstava ne može osigurati.

Ekonomska efikasnost investicije utvrđuje se na osnovu ulaganja u osnovna sredstva i obrtna sredstva, pri čemu je ulaganje uvećano za obračunatu interkalarnu kamatu za period podizanja nasada. U Tablici 1 je na osnovu potrebnog iznosa ulaganja u osnovna i obrtna sredstva (obrotna sredstva neophodna za normalno funkcionisanje nasada borovnice tokom čitavog perioda njegovog korištenja) dat ukupan iznos ulaganja u investiciju podizanja nasada borovnice na površini od 2,5 ha (veličina nasada na promatranom gospodarstvu).

Tablica 1. Investicijska ulaganja u podizanje nasada borovnice (EUR)

Vrsta sredstava	Iznos (EUR)	%
A. Osnovna sredstva	67.221,4	72,0
B. Obrtna sredstva	26.085,0	28,0
<b>UKUPNO</b>	<b>93.306,2</b>	<b>100,00</b>

Neto sadašnja vrijednost investicije je izračunata na temelju nominalnih vrijednosti primitaka i izdataka koja su diskontirana primjenom kalkulativne stope od 9%. Pretpostavljeno je da se nakon perioda podizanja nasad koristi sljedećih 15 godina, kao i da nulta (početna) godina predstavlja kraj perioda podizanja nasada i početak perioda njegovog iskorištavanja. Naravno, stvarni vijek korištenja nasada će biti puno duži, ali je zbog utjecaja visine diskontne stope i problema sa utvrđivanjem realnih iznosa primitaka i izdataka period ocjene investicije ograničen na 15 godina. U primitke tijekom zadnje godine korištenja nasada uračunata je i likvidacijska vrijednost nasada. Utvrđeno je kako je investicija u podizanje nasada borovnice ekonomski opravdana, budući da je njena neto sadašnja vrednost veća od nule. Nakon toga provedena je analiza osjetljivosti obzirom na tri faktora – visinu investicijskih ulaganja, primanja od nasada i izdavanja za korišćenje nasada (Grafikon 1). Nasad borovnice se odlikuje dugim periodom podizanja, te posebno dugim vijekom korištenja, i iz tog razloga se teško može sa sigurnošću predvidjeti kretanje činitelja za ocjenu investicije (tokovi primitaka i izdataka). Utvrđivanje utjecaja pojedinih činitelja na neto sadašnju vrijednost investicije u podizanje nasada borovnice prema pretpostavljenom modelu izvršen je analizom utjecaja primitaka od nasada, izdataka za korištenje nasada i visine samih investicijskih ulaganja. Promjena neto sadašnje vrijednosti zavisno od promjene prethodno navedenih činitelja prikazana je na Grafikonu 1. Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da je kapitalna vrijednost najviše osjetljiva na promjenu primitaka, manje na promjenu izdataka za korištenje nasada, a najmanje na promjenu visine ukupnih investicijskih ulaganja.



Grafikon 1. Promjena neto sadašnje vrednosti usljed promjene pojedinih činitelja

### Zaključak

Ulaganja u proizvodnju borovnice su isplativa kako u normalnim (očekivanim) uvjetima poslovanja, tako i u uvjetima rizika (kod kojih se mogu mijenjati primici, izdaci i investicijska ulaganja). Analiza u uvjetima rizika je pokazala kako je neto sadašnja vrijednost najosjetljivija na promjene u visini primitaka, što znači da posebnu pažnju treba obratiti na održavanje odgovarajućeg nivoa prinosa, odnosno na osiguranje stabilnog nivoa cijena (budući da promjene ova dva činitelja imaju isti utjecaj na visinu neto sadašnje vrijednosti).

Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti kako je proizvodnja borovnice opravdana, no visoka investicijska ulaganja u podizanje nasada predstavljaju veliku zapreku poljoprivrednim proizvođačima što rezultira vrlo malom proizvodnjom iste u ukupnoj strukturi voćarske proizvodnje.

Da bi se ovaj problem prevladao i poljoprivrednicima omogućio lakši pristup ovoj veoma profitabilnoj proizvodnji potrebno je da država subvencionira ulaganja u nasade borovnice, što je moguće učiniti na dva načina. Prvi je da se osigura povratak dijela uloženi sredstava, a drugi je odobravanje povoljnih kredita poljoprivrednicima, odnosno odobravanje kredita sa subvencioniranom kamatnom stopom. Kao treća metoda za poticaj razvoja proizvodnje borovnice neizbježno se nameće njena izavna prodaja, čime bi se utjecalo kako na troškove, tako i na rast prihoda u ovoj proizvodnji.

### Napomena

*Rezultati istraživanja prikazani u ovom radu rezultat su bilateralnog projekta Republika Srbija – Republika Hrvatska pod nazivom: „Performanse direktnih kanala marketinga poljoprivrednih proizvoda - rizici i potrebne investicije za uspješno funkcionisanje“.*

## Literatura

- Andrić J., Vasiljević Z., and Sredojević Z., (2005). *Investicije – Osnove planiranja i analize*. Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.
- Agugla L., De Santis F., and Salvioni Cristian (2009). *Direct selling: a marketing strategy to shorten distances between production and consumption*, National Institute of Agricultural Economics, Rome, Italy, Faculty of Economic, University of Pescara, Italy.
- Feher I. (2012). *Direct Food Marketing at Farm Level and Its Impacts on Rural Development*, Szent István University, Marketing Institute, Gödöllő.
- Gogić P., (2009). *Ekonomska efektivnost podizanja višegodišnjih zasada*. Monografija. Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.
- Gogić P. (2014). *Teorija troškova sa kalkulacijama u proizvodnji i preradi poljoprivrednih proizvoda*. Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.
- Gogić P., and Ivanović, S. (2013). *Economis and Financial Analysis of Investments in Raspberry Plantations*. Proceedings of the seminar: *Agriculture and Rural Development – Challenges of Transition and Integration Processes*. University of Belgrade, Faculty of Agriculture, September, 27th 2013, Belgrade, pages 1-11.
- Ivanović S., and Gogić P. (2013). *The Contribution of Investments in Raspberry Plantations to the Development of Rural Areas in the Republic of Serbia*. Proceedings of the seminar: *Agriculture and Rural Development – Challenges of Transition and Integration Processes*. University of Belgrade, Faculty of Agriculture, September, 27th 2013, Belgrade, pages 1-10.
- Mratinić E. (2015). *Borovnica i brusnica*. Partenon – Beograd.
- Nikolić M., and Milivojević J., (2015): *Jagodaste voćke – tehnologija gajenja*. Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.
- Popis poljoprivrede iz 2012. godine, Republika Srbija, Republički zavod za statistiku. Raspoloživo: <http://www.stat.gov.rs/>
- Vasiljević Z., (1995). *Metode ocene ekonomske efektivnosti investicija i njihov uticaj na donošenje investicionih odluka u poljoprivrednoj proizvodnji*. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.
- Vulić T., Sivčev B., Aleksić V., Ruml M., and Urošević, M. (2004). *Podizanje višegodišnjih zasada*. Monografija. Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun

## Economic efficiency of investments in blueberry production

### Abstract

The production of blueberries in Serbia is very small, although there are excellent natural conditions for this production. The main reason for this is the need for large investments. The aim of this paper is to determine the amount of the investment to raise blueberry plantations and the economic justification of breeding. For this purpose were used the net present value and sensitivity analysis methods. It was found that investment in blueberry plantation is economically justified both in the expected and risky business conditions. To increase this production, State aid is necessary in the form of appropriate subsidies, and a direct sales system can also play an important role.

**Key words:** blueberry, investments, net present value, sensitivity analysis



## Preferencije potrošača prema potrošnji i kupovini mrkve u Hrvatskoj

Sanja Jelić<sup>1</sup>, Ružica Lončarić<sup>1</sup>, Ines Farkaš<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (sanja.jelic@pfos.hr)

<sup>2</sup>student, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, V. Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Mrkva je jedna od deset najvažnijih povrtnih vrsta koja se uzgaja u cijelom svijetu zbog svojih nutritivnih vrijednosti. Cilj ovoga rada je utvrditi potrošačke preferencije te njihovo ponašanje u kupovini mrkve. Za prikupljanje podataka korištena je metoda ankete, a kao instrument korišten je anketni upitnik (n=602). Istraživanjem je utvrđeno kako najveći broj ispitanika (n=227) voli jesti mrkvu (ocjena 5), te kako u mjesec dana konzumiraju do 250 g mrkve (32,1%) u kuhanim jelima ili svježu. Što se tiče kupovine mrkve ispitanicima je najvažnija kvaliteta mrkve zatim porijeklo i cijena. Kvalitetu dostupne mrkve na Hrvatskom tržištu ispitanici su ocijenili ocijenom 3 (46,0%), a svega 9,6% ispitanika mrkvu na domaćem tržištu ocjenjuje ocijenom izvrstan (5). Međutim ispitanici su se izjasnili kako čak njih 99,7% mrkvu smatra "zdravom" namirnicom, te da u budućnosti planiraju zadržati jednake navike u konzumaciji mrkve.

**Ključne riječi:** mrkva, konzumacija, ponuda, kupnja.

### Uvod

Mrkva je korijenasto povrće koja se zbog svojih nutritivnih vrijednosti smatra vrlo važnom povrtnom kulturom iz razloga što organizam opskrbljuje osnovnim hranjivim tvarima i pozitivno utječe na ljudsko zdravlje (Palić, 2015.). Mrkva je jedna od deset najvažnijih povrtnih vrsta koja se uzgaja u cijelom svijetu, uzgaja se radi zadebljalog korijena koji je hranjiv i ljekovit te bogat vitaminom A (Kantoci, 2014.). Izrazito je bitna prehrambena namirnica koja sadrži čitav niz ljekovitih tvari (Mažar, 2012.). Boja mrkve se razlikuje od žute do ljubičaste, a najčešća boja korijena mrkve je narančasta, ova pigmentacija je uzrokovana  $\beta$  – karotenom provitaminskim oblikom vitamina A, koji je važan za funkcioniranje imunološkog sustava i zdrav rast stanica (Pensack-Rinehart i Bunning, 2015.). Mrkva ima višestruku primjenu; u prehrani se koristi svježa, ukiseljena, kuhana, smrznuta i u pripremi svježih sokova, ali i se također može koristiti u farmaceutskoj industriji. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u razdoblju od 2010. – 2015. godine prosječna proizvodnja mrkve u Hrvatskoj iznosila je 10 802 t od toga iznosa prosječna proizvodnja u povrtnjacima iznosi 1 937 t, a proizvodnja za tržište iznosi 8 865 t mrkve. U Hrvatskoj u razdoblju od 2010. – 2015. godine mrkva je zasijana na prosječno 329 ha, a prosječni prinos mrkve za navedeno razdoblje iznosio je 26,6 t ha<sup>-1</sup>. Prema podacima TISUPA prosječna cijena mrkve u Hrvatskoj za razdoblje od 2010. – 2016. godine iznosi 6,99 kn kg<sup>-1</sup>, prosječna cijena na tržnicama 8,94 kn kg<sup>-1</sup>, a na veletržnicama 5,10 kn kg<sup>-1</sup> bez PDV - a. Proizvodnja mrkve rasprostranjena je i diljem EU prema podacima EUROSTATATA najveći proizvođači u 2016. godini su Poljska (14,7%), Velika Britanija (12,09%), Njemačka (11,5%), Nizozemska (10,7%), Francuska (10,4%) i Italija (9,5%). Prema podacima FAOSTAT – a u razdoblju od 2010. – 2014. godine Poljska je je pod mrkvom imala zasijan najveći broj hektara 21 478 ha, ali je ostvarila i najmanji prinos (37,9 t ha<sup>-1</sup>), za razliku od Nizozemske koja je imala najmanje (8 999 ha) zasijanih površina pod navedenom kulturom, ali je ostavila i najveći prosječni prinos u navedenom razdoblju 57,2 t ha<sup>-1</sup> što je 2,15 puta više u odnosu na prinos koji ostvaruje Republika Hrvatska. Kantoci (2014.) navodi da Nizozemska ima najbolje sorte i hibride, te da su po proizvodnji mrkve vodeći proizvođači.

Cilj ovoga rada je utvrditi preferencije potrošača prema potrošnji i kupovini mrkve u Republici Hrvatskoj.

### Materijal i metode

Izvori sekundarnih podataka o površinama (ha), prinosima ( $t\ ha^{-1}$ ) i proizvodnji mrkve (t) u Hrvatskoj za razdoblje od 2010. – 2015. godine bili su Statistički ljetopisi Republike Hrvatske (2011. i 2016. godina). Podatci o cijenama mrkve u Hrvatskoj za razdoblje 2010. – 2016. godine preuzeti su s baze podataka Tržišnog informacijskog sustava u poljoprivredi (TISUP), dok za podatke o Europskoj proizvodnji mrkve u razdoblju od 2010. - 2016. godine korišteni su podatci Statistical Office of the European Communities (EUROSTAT) i Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT). U radu su također korišteni primarni podatci istraživanja, prikupljeni korištenjem metode ankete. Primarni podaci prikupljeni su putem online ankete, a u istraživanju su sudjelovali ispitanici učlanjeni u udrugu Vrtlar. Istraživanje o potrošačkim preferencijama prema mrkvi i kupovini mrkve u Hrvatskoj provedeno je u razdoblju 18. - 20. rujna 2017. godine na 602 ispitanika. Anketa se sastojala od tri djela: sociodemografska obilježja ispitanika (spol, dob, radni status, mjesto stanovanja), pitanja vezana za kupovinu i konzumaciju mrkve, te pitanja o stavu ispitanika prema mrkvi kao prehranbenoj namirnici i stavu ispitanika prema kvaliteti mrkve na domaćem tržištu. U anketnom upitniku korištena su pitanja otvorenog i zatvorenog tipa. Pitanje "Volite li jesti mrkvu?" i "Kojom ocjenom ocjenjujete kvalitetu dostupne mrkve hrvatskom tržištu?" mjereni su korištenjem Likertove ljestvice od 5 stupnjeva. Analiza podataka je provedena u statističkom programskom paketu SPSS Statistics V23. U analizi podataka korištena je deskriptivna statistika (postotci, frekvencija, aritmetička sredina, standardna devijacija) kako bi se opisao uzorak, od neparametrijskih testova korišten je hi - kvadrat test kojim se željelo utvrditi postoji li razlika između promatranih frekvencija i očekivanih frekvencija pitanja vezanog uz kupovinu mrkve tj. što je kupcima najvažnije pri kupnji mrkve s obzirom na njihova sociodemografska obilježja (dob i radni status). Također, korišten je Kruskal- Wallis test rangova vezanih uz preferencije ispitanika prema konzumaciji mrkve i kvalitetu mrkve na domaćem tržištu i sociodemografska obilježja ispitanika (dob i radni status).

### Rezultati i rasprava

Od ukupnog broja ispitanika 88,0% su žene, a 12,0% su muškarci. Najveći broj ispitanika (56,3%) bio je u rasponu godina od 21 do 30 godina starosti zatim 26,3% ispitanika je u rasponima od 31 do 50 godina starosti, 9,6% ispitanika je mlađe od 20 godina, a najmanji broj ispitanika (7,8%) ima iznad 51 godine. Navedenim godinama života odgovara i radni status ispitanika najviše (48,3%) je studenata, 38,0% zaposlenih, 11,3% nezaposlenih i 2,3% umirovljenika. Na temelju područja prebivališta ispitanika najveći broj ih dolazi iz Osječko – baranjske županije (42,5%,  $n=256$ ), Grada Zagreba (11,8%,  $n=71$ ), Vukovarsko – srijemske (7,8%,  $n=47$ ) i Brodsko posavske županije (5,5%,  $n=33$ ). Pitanja vezana uz konzumaciju mrkve ispitanici su odgovorili na sljedeći način. Na pitanje Volite li jesti mrkvu koje je mjereno Likertovom ljestvicom od 5 stupnjeva (1 – izuzetno ne volim, 5 – izuzetno volim) najveći broj ispitanika odgovorio je ocijenom 5 (37,7%,  $n=227$ ), odnosno izuzetno volim jesti mrkvu. Na pitanje koliko mrkve konzumiraju u mjesec dana 32,1% ispitanika se izjasnilo da u mjesec dana konzumira do 250 g mrkve, 29,1% 250 - 500 g, 12,6% konzumira 500 – 750 g, njih 24,0% konzumira od 750 g i više, a svega 2,2% ispitanika ne konzumira mrkvu. Između životne dobi i mjesečne konzumacije mrkve utvrđena je statistički značajna pozitivna veza ( $p<0,01$ ) što znači da se količina konzumirane mrkve povećava kako se povećava životna dob ispitanika. Više od 1 kg mrkve mjesečno konzumiraju ispitanici u dobi od 41 do 51 godine (32,1%), zatim ispitanici u dobi od 31 do 40 godina starosti (31,3%). Dobiveni rezultati se podudaraju s rezultatima istraživanja Lucier i Lin (2007.) provedenog u SAD-a, gdje su autori došli do podatka da potrošnja mrkve po glavi stanovnika također pozitivno korelira s dobi ispitanika, prihodima i obrazovanjem te se konzumacija mrkve povećava kako se povećava i prosječna dob ispitanika

što je potvrđeno i ovim istraživanjem. Najveći broj ispitanika se na pitanje o načinu konzumiranja mrkve izjasnio da je konzumira u kuhanim jelima (55,5%, n=334), a 15,8% je konzumira svježu. Glogovšek (2013.) navodi kako termički obrađena mrkva sadrži 60% više  $\beta$  - karotena u odnosu na svježu mrkvu kod koje je iskoristivost  $\beta$  - karotena 1 – 2 %. Kada je u pitanju kupovina mrkve najveći broj ispitanika se izjasnio da mrkvu uvijek kupuje jednako (82,2%), neovisno o godišnjem dobu. Na pitanje što je im je pri kupovini najvažnije odgovorilo je 560 ispitanika, a 42 ispitanika je izostavilo odgovoriti na ovo pitanje. Prema tome, najvećem broju ispitanika (56,8%) kod kupovine mrkve bitna kvaliteta, zatim porijeklo (22,9%) a najmanje im je važna (20,4%) cijena. Mrkvu kupuju u prodavaonicama (47,2%) ili je sami uzgajaju u povrtnjacima za vlastite potrebe (30,2%). Preferiraju kupovinu mrkve u rinfuzi (77,6%) u odnosu na mrkvu pakiranu u plastične plitice (22,4%). Na pitanje kojom ocjenom bi ocijenili kvalitetu dostupne mrkve na Hrvatskom tržištu koje je mjereno Likertovom ljestvicom od 5 stupnjeva (1 – najlošija, 5 – izvrsna) najveći broj ispitanika odgovorio je ocjenom 3 dobra (46,0%), a svega 9,6% ispitanika mrkvu na domaćem tržištu ocjenjuje ocjenom izvrsna (5). Nakon pitanja vezanih uz mjesto i vrijeme kupovine mrkve ispitanicima su ponuđena otvorena pitanja u kojem obliku najčešće kupuju mrkvu i koje boje mrkve poznaju, a frekvencije sažetih odgovora prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Odgovori ispitanika na pitanja "U kojem obliku kupujete mrkvu?" i "U kojim bojama poznajete mrkvu?"

Mrkvu kupujem	Broj ispitanika
Svježu	585
Smrznutu	64
Ukiseljenu	3
Kozmetiku na bazi mrkve	66
U kojim bojama prepoznajete mrkvu?	Broj ispitanika
Narančasta	601
Žuta	292
Ljubičasta	117
Bijela	70

Najveći broj ispitanika mrkvu kupuje svježu (n=585) ili je pak koristi u kozmetičkim proizvodima (n=66). Kada je u pitanju boja mrkve, najveći broj ispitanika poznaje narančastu (n=601), zatim žutu i ljubičastu, a najmanji broj ispitanika je upoznat sa bijelom bojom korijena mrkve (n=70) (tablica 1.), što nije tako neuobičajeno iz razloga što na domaćem tržištu prevladava mrkva narančaste i žute boje korijena, iako se sve češće u prodavaonicama može pronaći ljubičasta, crvena i bijela boja korijena mrkve. Ispitivanjem sorata mrkve narančaste boje korijena Šic - Žlabur i sur. (2014.) i Palić (2015) došli su do zaključka da mrkve narančasto obojanog korijena sadrže veće koncentracije  $\beta$  - karotena, a mrkve ljubičasto obojanog korijena sadrže više vitamina C, fenolnih spojeva i antocijana. Čak 99,7% ispitanika mrkvu smatra "zdravom" namirnicom, te su se izjasnili da u budućnosti planiraju povećati konzumaciju mrkve ili je jesti kao i do sada. U tablici 2. su prikazani su podatci vezani uz pitanje o preferenciji ispitanika prema konzumaciji mrkve i kvaliteti mrkve na domaćem tržištu u odnosu na sociodemografska pitanja (dob ispitanika i radni status). Rezultati Kruskal – Wallis-ovog testa prikazuju kako u slučaju varijable dob ispitanika postoji najmanje jedna dobna skupina ispitanika koja se statistički razlikuje od ostalih u ocjenjivanju preferencije prema konzumaciji mrkve. Najveću prosječnu ocjenu dali su ispitanici u dobi od 51 i više godina zatim ispitanici od 31 do 40 godina u odnosu na pitanje o konzumaciji mrkve. Kod varijabli dob i radni status ispitanika u odnosu na kvalitetu mrkve na domaćem tržištu nije postojala statistički značajna razlika (tablica 2.).

Tablica 2. Odabrani rezultati istraživanja i Kruskal–Wallis test kategorija dob i radni status

Demografska obilježja	Volete li konzumirati mrkvu?				Kvaliteta mrkve na tržištu?			
	M	Prosjeak rangova	H	Sig.p	M	Prosjeak rangova	H	Sig.p
Godine	Ispod 20 god.	3,67	247,4		3,34	288,47		
	21 - 30 god.	3,99	296,21		3,46	305,94		
	31 - 40 god.	4,26	338,56	14,406	**	3,28	279,05	2,960 n.s.
	41 -50 god.	4,04	298,83			3,42	302,48	
	51 god. i više	4,26	347,77			3,55	322,17	
Radni status	Student	3,92	304,17		3,44	304,17		
	Zaposlen	40,8	292,48	3,769	n.s	3,38	292,48	3,769 n.s.
	Nezaposlen	4,22	329,18			3,57	329,18	
	Umirovljen	4,07	259,07			3,14	259,07	

\*\* p<0,01, \* p<0,05, M = aritmetička sredina

Uzmemo li u obzir sociodemografska obilježja ispitanika prema podacima u tablici 3. možemo zaključiti da postoji statistički vrlo značajna razlika kod obilježja dob i radni status u odnosu na pitanje: "Pri kupnji mrkve najvažnija mi je: cijena, kvaliteta ili promocija" ( $\chi^2$  (df=8, n=560) =75,72, p < 0,01) i ( $\chi^2$  (df=6, n=560) =36,36, p < 0,01). Da im je pri kupovini mrkve najvažnija kvaliteta izjasnili su se ispitanici u dobi od 21 – 30 godina (176,6 %), studenti i zaposleni, međutim taj podatak ne treba čuditi iz razloga što su u anketnom ispitivanju u najvećem broju sudjelovali studenti i ispitanici od 21 do 30 godina života. U odnosu na dob ispitanika bitna se pokazala i cijena za razliku od radnog statusa gdje se od cijene značajnim pokazalo porijeklo mrkve (tablica 3.).

Tablica 3. Distribucija odgovora s obzirom na dob i radni status

Demografska obilježja	n	Pri kupnji mrkve najvažnije mi je?			sig. p
		Cijena	Kvaliteta	Porijeklo	
Godine	Ispod 20 godina	58	11,2	31,2	12,6
	21 - 30 godina	339	63,3	176,6	71,1
	31 - 40 godina	80	15,5	43,2	17,4
	41 -50 godina	78	15,1	42,0	16,9
	51 i više	47	9,0	25,0	10,1
Radni status	Student	291	55,6	155,0	62,4
	Zaposlen	229	43,6	121,5	48,9
	Nezaposlen	68	12,2	34,1	13,7
	Umirovljen	14	2,6	7,4	3,0

n = broj ispitanika, p = hi-kvadrat test ( $\chi^2$ )

## Zaključak

Ispitanici su se većinom izjasnili da izuzetno vole mrkvu (ocjena 5) i smatraju je zdravom namirnicom. Mjesečno konzumiraju do 250 g mrkve, a količina konzumirane mrkve se povećava kako se povećava životna dob. Mrkvu najčešće konzumiraju kuhanu i svježju, te planiraju zadržati jednake navike po pitanju konzumacije. Pri kupnji im je najvažnija kvaliteta koja se pokazala statistički vrlo značajna u odnosu na promatrane sociodemografske varijable (dob i radni status) te porijeklo i cijena. Ispitanici su se izjasnili kako su osrednje zadovoljni kvalitetom mrkve na domaćem tržištu. Razlog tome može biti što Republika Hrvatska ne proizvodi dovoljne količine mrkve te ju je potrebno uvoziti. Proizvođače bi se trebalo poticati na veću proizvodnju i modernizaciju iste iz razloga što postoji potražnja od strane kupaca, a modernizacijom proizvodnje bi se povećala i kvaliteta mrkve na domaćem tržištu koju potrošači zahtijevaju.

## Napomena

Rad je proizašao iz diplomskog rada "Odnos ponude i potražnje mrkve u Republici Hrvatskoj" studentice Ines Farkaš, diplomskog sveučilišnog studija "Povrčarstvo i cvjećarstvo", na Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku.

## Literatura

- Eurostat (2017): <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database/> (26.10.2017.).
- FaoStat (2017): <http://faostat.fao.org/> (26.10.2017.).
- Farkaš I. (2017). Odnos ponude i potražnje mrkve u Republici Hrvatskoj. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Diplomski rad, 1 – 37.
- Glogovšek T. (2013). Mineralni i vitaminski sastav mrkve. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Završni rad, 1 – 24.
- Kantoci, D (2014). Sve o mrkvi. Glasnik zaštite bilja. 39 (6): 20 – 24.
- Lucier G., Lin B. H. (2007). Factors Affecting Carrot Consumption in the United States. United States Department of agriculture. Outlook Report from the Economic research Service. VGS319 – 01., 1 – 21.
- Mažar M. (2012). Organsko – biološki uzgoj mrkve. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Završni rad, 1 – 27.
- Palić I. (2015). Morfološka svojstva i kemijski sastav sorata mrkve različito obojenog korijena. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Diplomski rad, 1 – 58.
- Pensack-Rinehart H., Bunning M. (2015). Carrots. Food Source Information. Raspoloživo: <http://fsi.colostate.edu/carrot/> (31.10.2017.)
- Statistički ljetopis Republike Hrvatske (2011. i 2016): DZS, Zagreb. Raspoloživo: [https://www.dzs.hr/hrv/publication/stat\\_year.htm](https://www.dzs.hr/hrv/publication/stat_year.htm) (26.10.2017.)
- Šic - Žlabur J., Voća S., Dobričević N., Benko B., Fabek S., Galić A., Pliestić S. (2014). Pigmentni sastav različito obojenog korijena mrkve. Zbornik radova 49. hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma. Marić S., Lončarić Z. (ed.), 325 – 328. Dubrovnik, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.
- TISUP – baza podataka (2010. – 2016.): Tržišno informacijski sustav u poljoprivredi, Zagreb. Raspoloživo: [http://www.tisup.mps.hr/baza\\_trend.aspx](http://www.tisup.mps.hr/baza_trend.aspx) (26.10.2017.)

## Consumer preferences towards consumption and buying carrot in Croatia

### Abstract

Carrot is one of the ten most important vegetables that is grown all over the world due to their nutritional value. The aim of this paper is to determine consumer preferences for consumption and carrot purchases. The survey was conducted by a questionnaire (n=602). The results of the survey showed that the largest number of respondents (n=227) like to eat the carrot (grade 5) and that in a month they consume up to 250 g of carrot (32.1%) in fresh or cooked meals. For carrot purchase the most important is quality of the carrot and then origin and price. The quality of available carrots on the Croatian market was rated grade 3 (46.0%), while only 9.6% of respondents rated the carrot on the domestic market as excellent (5). However, respondents stated that 99.7% of them considered carrot as "healthy" food and that they are planning to maintain the same habits in carrot consumption in the future.

**Key words:** carrot, consumption, supply, purchase.

## Razvoj on-line alata za izradu krmnih smjesa na malim gospodarstvima

Josip Juračak<sup>1</sup>, Goran Kiš<sup>1</sup>, Tomislav Gligora<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Croatia  
(jjuracak@agr.hr)

<sup>2</sup>Fleksbit d.o.o., Cebini 28, Zagreb, Croatia

### Sažetak

Korištenje računalnih aplikacija za izradu smjesa svojstveno je većim, specijaliziranim gospodarstvima. Mala gospodarstva si ne mogu priuštiti skupa komercijalna rješenja koja omogućuju kvalitetniju i jeftiniju hranidbu. Suvremeni pristupi omogućuju razvoj široko dostupnih on-line aplikacija uz niže troškove. Na temelju dosadašnjeg rada na dizajniranju takve aplikacije, smatramo da rješenje temeljeno na troslojnoj arhitekturi, koja koristi MySQL sustav te Laravel i AngularJS razvojne okvire, u potpunosti odgovara takvom pristupu. Pri tome treba osigurati što veću lokalizaciju podataka o krmivima i potrebama stoke.

**Ključne riječi:** krmna smjesa, matematičko programiranje, on-line aplikacija

### Uvod

U uvjetima sve većeg kolebanja cijena stočarskih proizvoda i hrane za stoku na svjetskom tržištu (Torsten i sur., 2013.), raste važnost djelotvornog korištenja stočne hrane. Od 60-ih godina 20. stoljeća do danas razvijene su mnoge računalne aplikacije u području hranidbe stoke radi smanjenja troškova i povećanja proizvodnosti (Nurhayati i sur., 2015). Velika stočarska gospodarstva raspolažu potrebnim sredstvima za komercijalna računalna rješenja za kvalitetno upravljanje hranidbom. Mala gospodarstva često nisu niti svjesna postojećih rješenja, a ako i jesu, ne mogu si ih priuštiti. Pretpostavka je da bi dostupnost ovakvih alata mogla povećati djelotvornost na mnogim malim gospodarstvima. Preduvjeti su široka dostupnost i niska cijena, što nude on-line rješenja i mobilne platforme. Cilj ovog rada je prikazati mogući dizajn on-line aplikacije dostupne malim gospodarstvima.

### Materijal i metode

U okviru istraživanja primijenjene su metode analize sadržaja i metoda komparacije radi odabira modela za izradu konačnog programskog rješenja. Iste su metode korištene i za odabir krmnih tablica te standarda za smjese. U programiranju se koristi MySQL baza podataka, PHP programski jezik uz primjenu Laravel razvojnog okvira za razvoj programske logike te HTML, CSS i JavaScript programski jezici za razvoj sučelja aplikacije.

Kao osnova modela za optimizaciju sastava smjese predviđena je metoda linearnog programiranja prema sljedećem matematičkom modelu:

$$\text{Min}Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \text{ uz ograničenja}$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i, \quad i = 1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

gdje su:

$c_j$  = koeficijent kriterija  $j$ -te varijable,  $j=1, \dots, n$

$x_j$  = trošak  $j$ -te varijable,  $j=1, \dots, n$

$b_i$  = minimalni zahtjev, odnosno količina  $i$ -tog ograničenja,  $i=1, \dots, m$

$a_{ij}$  = količina doprinosa  $j$ -te varijable  $i$ -tom ograničenju po jednoj jedinici.

## Rezultati i rasprava

Prema izvješću Europske komisije (2013.), troškovi hrane u proizvodnji kravljeg mlijeka su činili u prosjeku 48% svih troškova proizvodnje. Podaci iz izvješća Europske komisije o troškovima proizvodnje i zaradi u tovu svinja (2009.), pokazuju da u ovoj djelatnosti troškovi hrane čine u prosjeku 43% ukupnih proizvodnih troškova, dok drugo istraživanje (Hoste, 2017.) pokazuje da ovi troškovi mogu doseći i 60% ukupnog troška proizvodnje. Szöllősi i Szűcs (2014.) analiziraju troškove proizvodnje brojlera u 7 zemalja Europske unije. Ustanovili su da troškovi hrane u intenzivnoj proizvodnji čine u prosjeku 67,45% proizvodnih troškova. Prema podacima hrvatskog ureda za FADN (Standardni rezultati za 2014. i 2015. godinu), troškovi hrane čine od 42% do 47% ukupnih troškova inputa u uzgoju preživača (ovisno o vrsti). Prema istom izvoru, u svinjogojstvu i peradarstvu troškovi hrane čine još veći dio ukupnih troškova inputa: oko 52%.

Mogućnosti uštede u hranidbi stoke primjenom matematičkog programiranja u optimizaciji smjese vidljive su i iz jednostavnih primjera. U tablici 1. su prikazani rezultati linearnog modela optimizacije smjese za tovne svinje do 65 kg koji uključuje 9 ograničenja (hranjivih sastojaka) te 9 krmiva i premiksa kao varijabli odabira.

Tablica 1. Primjer rezultata linearnog optimizacijskog modela za smjesu za tovne svinje do 65 kg

Model	Opis uvjeta modela	Trošak smjese, HRK kg <sup>-1</sup>	Odnos prema Modelu 3*
1	Minimum cijene, početni model	1,19	91,70%
2	Model 1 + Ograničenje udjela nekih krmiva	1,25	95,81%
3	Model 2 + Obavezno uključivanje nekih krmiva	1,30	100,00%
4	Model prema preporuci uz premiks**	1,51	116,12%

\*Model koji zadovoljava potrebe stoke uz realne odnose krmiva.

\*\* Preporuka navedena u uputama za korištenje premiksa za izradu smjese.

Izvor: Izračun autora prema literaturi (6., 9. i 12.) i podacima TISUP-a ([www.tisup.mps.hr/](http://www.tisup.mps.hr/)).

Iz rezultata modeliranja je vidljivo da se uz izmjenu zadanih uvjeta, (a) model može u velikoj mjeri približiti stvarnim uvjetima i (b) može značajno utjecati na troškove smjese. Stvarnosti su najbliži modeli 3 i 4, no vidljivo je kako manje izmjene preporuka proizvođača premiksa mogu utjecati na smanjenje troška smjese, uz zadržavanje njene hranidbene vrijednosti.

Zbog važnosti hranidbe u stočarstvu, od 50-ih godina 20. stoljeća se razvija niz matematičkih metoda za planiranje smjesa i obroka za životinje. Različite pristupe i metode možemo podijeliti u dvije velike skupine (Weintraub i Romero 2006., Rahman i sur., 2010., Saxena i Chandra 2011.). Prvu skupinu čine modeli koji uključuju primjenu samo jedne metode, a temelje se na matematičkom programiranju i stohastičkom modeliranju. Drugu skupinu čine sustavi koji koriste kombinacije dvaju modela, bilo da se radi o determinističkim ili o stohastičkim modelima. Većina suvremenih komercijalnih računalnih programa za

optimizaciju smjesa i obroka koristi LP, višeciljno programiranje, cjelobrojno programiranje ili njihove kombinacije kao temeljne algoritme (Weintraub i Romero, 2006., Rahman i sur., 2010.).

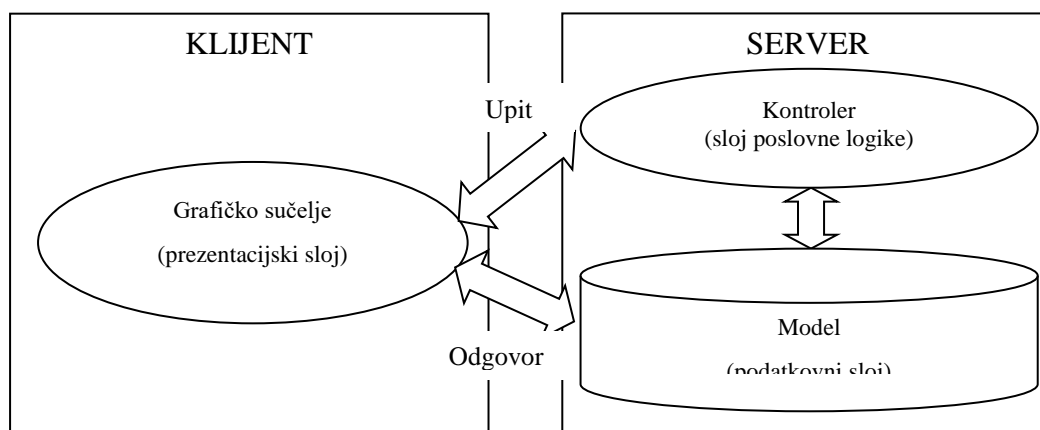
Novi pomak u razvoju aplikacija za hranidbu stoke donosi pojava Interneta. Naime, tradicionalno „stolni“ programi, vezani uz računalo na kojem su instalirani, prepuštaju mjesto aplikacijama koje su dostupne on-line. Najveće prednosti on-line aplikacija su njihova dostupnost s bilo koje lokacije i tzv. *cross platform compatibility*, što znači da postoje na različitim mobilnim platformama. Ovakva rješenja imaju veći doseg korisnika i mogućnost bržeg razvoja uz nižu cijenu.

Primjenjivost i učinkovitost korištenja navedenih aplikacija najviše ovise o bazama podataka koje aplikacije koriste. S druge strane, hranidbene potrebe životinja, uz odgovarajući management proizvodnje, najviše ovise o pasminama/hibridima i intenzitetu proizvodnje, te su u intenzivnoj proizvodnji njihove varijacije manje izražene. Zato postoji čitav niz tablica koje koristimo prilikom sastavljanja krmnih smjesa i obroka za životinje (DLG 1991, INRA 1989, NRC 2012). Posebno se to odnosi na proizvodnju hibridnih životinja kod kojih proizodači hibrida definiraju normative (Cobb 2015, Ross 2014) kojih se moramo pridržavati želimo li osigurati planirane proizvodne rezultate i zdravlje životinja.

Gotovo sve dostupne aplikacije posjeduju baze podataka potreba i dostupnih krmiva preuzete iz strane literature, za područja izvan Hrvatske. Međutim, za podmirenje hranidbenih potreba životinja na konkretnoj farmi, krmne smjese i obroke moramo temeljiti na sirovinama s kojima raspolazemo. Podaci o kemijskom sastavu i hranjivosti krmiva takvih sirovina često nisu dovoljno precizni, pa su i recepture smjesa i obroka u takvim slučajevima orijentacijske. To znači da će postojati određene razlike između dobivene recepture i stvarno proizvedene smjese u mješalici. Rezultat ovakvih razlika može se vidjeti u odstupanju proizvodnih rezultata od očekivanih. Stoga je izrazito važno korištenje što je moguće preciznijih podataka o krmivima u realnom vremenu ili korištenje domaćih tabličnih vrijednosti (Grbeša, 2004.) One su u pravilu točnije od inozemnih jer uvažavaju osobitosti domaće proizvodnje hrane za životinje i ne precjenjuju vrijednosti korištenih krmiva.

### Arhitektura aplikacije

Predloženi sustav je koncipiran kao web aplikacija koja se pokreće iz Internet preglednika. Prilikom razvoja aplikacije korištena je arhitektura strogo razdvojena na tri potpuno odvojena sloja. Najniži sloj je relacijska baza podataka razvijena primjenom MySQL sustava za upravljanje bazom podataka.



Slika 1. Shematski prikaz arhitekture Model-View-Controller (MVC)

Izvor: Rad autora.



Na srednjem sloju odabrana je MVC arhitektura (eng. *Model-View-Controller*) koja omogućava potpuno razdvajanje arhitekture u tri sloja (Slika 1.). Za komunikaciju s bazom podataka koristi se pristup ORM (eng. *Object-Relational Mapping*). Radi se o tehnički programiranju koja omogućava konvertiranje podataka između heterogenih sustava.

Najviši sloj je korisničko sučelje koje je razvijeno primjenom HTML, CSS i JavaScript programskih jezika. Za lakši razvoj i kontrolu programskog koda na najvišem sloju primijenjen je AngularJS razvojni okvir. AngularJS je strukturirani razvojni okvir za dinamičke web aplikacije.

## Zaključak

Zbog važnosti troškova hranidbe u stočarstvu potrebno je i malim stočarskim gospodarstvima povećati dostupnost računalnih aplikacija za izradu krmnih smjesa. Preduvjeti funkcionalnosti takve aplikacije jesu njena široka dostupnost i ulazni podaci koji u najvećoj mogućoj mjeri odgovaraju lokalnim uvjetima. Zato uz standardne krmne tablice, aplikacija mora korisniku omogućiti unos podataka o vlastitim raspoloživim krmivima. S obzirom na obilježja razvojnih alata, dostupnost podataka te poznavanje stanja na našim gospodarstvima, on-line aplikacija nameće se kao najprihvatljivije rješenje. Pri tome upravljanje bazom podataka, procesiranje podataka i korisničko sučelje kao dijelovi aplikacije, zahtijevaju troslojnu arhitekturu razvijenu primjenom MySQL sustava, Laravel razvojnog okvira u srednjem sloju i AngularJS okvira u gornjem sloju.

## Napomena

Istraživanja provedena za ovaj rad dio su projekta „Online sustav za sastavljanje krmnih smjesa“ (br. ug. 2016-14-79), kojeg sufinanciraju Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske, Grad Zagreb i Koprivničko-križevačka županija.

## Literatura

- Cobb (2015). Cobb 500 Broiler Performance & Nutrient Supplement. Raspoloživo: <http://www.cobb-vantress.com/products/cobb-500>
- DLG (1991). DLG-Futterwerttabellen- Schweine. pp. 64. Frankfurt am Main, DLG-Verlag. 1997.
- EC (2009). Production Costs and Margins of Pig Fattening Farms - 2008 Report. Brussels, EU: European Commission DG for Agriculture and Rural development. Raspoloživo: [http://ec.europa.eu/agriculture/rca/pdf/sa0601\\_granivores\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/rca/pdf/sa0601_granivores_en.pdf)
- EC (2013). EU Dairy Farms Report 2013 Based on FADN. (2013). Brussels, EU: EC DG for Agriculture and Rural development. Raspoloživo: [http://ec.europa.eu/agriculture/rca/pdf/Dairy\\_Farms\\_report\\_2013\\_WEB.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/rca/pdf/Dairy_Farms_report_2013_WEB.pdf)
- Grbeša D., (2004). Metode procjene i tablice kemijskog sastava i hranjive vrijednosti krepkih krmiva. pp. 293. Zagreb, Hrvatsko agronomsko društvo
- Hoste R. (2017). International Comparison of Pig Production Costs 2015. Wageningen, Netherlands: Wageningen Economic Research.
- INRA (1989). Ruminant Nutrition. Recommended allowances and feed tables. pp. 389 In R. Jarrige, ed. Paris-London-Roma, INRA & John Libbey Eurotext.
- NRC (2012). Nutrient Requirements of Domestic Animals, Nutrient Requirements of Swine. 11th revised Edition. pp. 420. Washington, D.C., National Academy of Sciences-National Research Council
- Njemački proizvodi vrhunske kvalitete za prehranu životinja. Rijeka, Hrvatska: Panto d.o.o. Raspoloživo: <http://as-agro.hr/images/dokumenti/Panto2015.pdf>
- Rahman R. A., Ang C. L., Ramli R. (2010). Investigating Feed Mix Problem Approaches: An Overview and Potential Solution. International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering. Vol 4, No 10: 750-758.

- Ross (2014). Ross 308 Broiler: Nutrition Specifications. Raspoloživo: <http://eu.aviagen.com/brands/ross/products/ross-308>
- Saxena, P., Chandra M. (2011). Animal Diet Formulation Models: A Review (1950–2010). CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. 06 057: 2-9. Raspoloživo: <http://www.cabi.org/cabreviews>
- Szóllósi L., Szűcs I. (2014). An Economic Approach to Broiler Production: A Case Study from Hungary. Stowarzyszenie ekonomistów rolnictwa i agrobiznesu. Roczniki Naukowe XVI/3.: 275-281 Bydgoszcz, Poland: Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu.
- Torsten H. (2013). Overview on Milk Prices and Production Costs World Wide. Kiel, Germany: IFCN Dairy Research Center. Raspoloživo: <http://groupedebruges.eu/publications>
- Weintraub A., Romero C. (2006). Operations Research Models and the Management of Agricultural and Forestry Resources: A Review and Comparison. Interfaces, 36(5): 446-457. Catonsville, MD, USA: Informs.
- Willems O.W., Miller S.P., Wood B.J. (2013). Aspects of selection for feed efficiency in meat producing poultry. World's Poultry Science Journal 69: 77-88.

## **The development of on-line feed-mixing application for small scale farms**

### **Abstract**

The utilisation of commercial feed mixing applications is common on large scale specialised farms. Small scale livestock farms cannot afford costly commercial solutions to make feeding more efficient. Present-day approaches in programming enable making of widely accessible on-line applications at lower costs. We consider the three-layer solution based on MySQL, Laravel and AngularJS development frames, as the most appropriate for the on-line feed mixing application development. In doing so, data on ingredients and nutrients must be localised at the most possible level.

**Key words:** feed mix, mathematical programming, on-line applications

## Povezanost socio-demografskih obilježja i konzumacije hrane tijekom radnog vremena

Lucija Korda<sup>1</sup>, Marina Tomić<sup>2</sup>, Željka Mesić<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, preddiplomski studij Agrarna ekonomika

<sup>2</sup> Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za marketing u poljoprivredi, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska (matomic@agr.hr)

### Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi povezanost socio-demografskih obilježja i ponašanja potrošača u konzumaciji hrane tijekom radnog vremena. Anketno ispitivanje provedeno je na uzorku od 206 zaposlenih ispitanika. Rezultati istraživanja pokazali su kako muškarci tijekom radnog vremena potroše više novaca na hranu te učestalije odabiru brzu hranu, gazirana pića i pekarske proizvode u odnosu na žene. Žene pak učestalije odabiru voće. Mlađi ispitanici (18-29 godina) češće konzumiraju brzu hranu i slatkiše tijekom radnog vremena. Brzu hranu učestalije konzumiraju zaposlenici privatnih poduzeća i oni koji imaju vlastitu tvrtku u odnosu na zaposlene u državnoj službi, koji pak konzumiraju više voća tijekom radnog vremena.

**Ključne riječi:** hrana, radno vrijeme, anketno ispitivanje

### Uvod

Svakodnevno na radnom mjestu provodimo minimalno 8 sati. Stoga autori Downie i suradnici (1996), kao i Raulio (2011) tvrde da upravo radno mjesto ima ključnu ulogu u promociji zdravlja. Osiguranje pravilne prehrane na radnom mjestu može dovesti do smanjenja boravka zaposlenika na bolovanju, kao i povećati njihovu radnu učinkovitost (Wanjek, 2005). Rezultati ranije provedenog istraživanja na području Karlovca i Mostara pokazuju da najviše ispitanika konzumira 3 obroka na dan (Matijević i Mabić, 2012). Istim istraživanjem utvrđeno je da većina ispitanika tijekom pauze, odnosno u vrijeme ručka, konzumira pekarske proizvode. Nadalje, rezultati istraživanja objavljenog na portalu MojPosao (2011) pokazali su kako većina zaposlenih (95%) u Hrvatskoj jede (redovito ili povremeno) za vrijeme radnog vremena. Pri tome najviše ispitanika (njih 46%) jede pecivo (sendvič ili nešto slično). Voće za vrijeme radnog vremena jede 24% ispitanika, a topli obrok pripremljen kod kuće na posao donosi samo 17% njih. Grickalice i slatkiše jede 10% ispitanika unutar radnog vremena. Prethodna istraživanja su pokazala da postoji povezanost između socio-demografskih obilježja i ponašanja potrošača u konzumaciji hrane. Tako su rezultati istraživanja autora Nayga i Capps (1994) pokazali da muškarci konzumiraju više obroka izvan kuće od žena. Osobe ženskog spola nastoje konzumirati raznoliku i nutritivno vrijedniju hranu u odnosu na muškarce (Simunaniemi i sur., 2009, prema Raulio i sur., 2011). Rad na mjestima koja zahtijevaju veći psihički napor povezana su sa konzumacijom hrane više nutritivne vrijednosti među zaposlenim ženama u Finskoj (Lallukka i sur., 2004, prema Raulio i sur., 2008). S druge strane, fizički poslovi povezani su s učestalijom konzumacijom grickalice (*engl. snack*) kod zaposlenih muškaraca (Ovaskainen i sur., 2005, prema Raulio i sur., 2008). Devine i suradnici (2003) navode da zaposlenici na poslovima nižeg hijerarhijskog ranga, s lošim radnim uvjetima, visokim radnim opterećenjem i manjom kontrolom na poslu konzumiraju hranu manje nutritivne vrijednosti.

Prema našim saznanjima do sada u Hrvatskoj nije provedeno niti jedno istraživanje o povezanosti sociodemografskih obilježja i ponašanja zaposlenih osoba u konzumaciji hrane tijekom radnog vremena. Stoga je cilj ovog istraživanja utvrditi ponašanje zaposlenih osoba, kao i utjecaj njihovih sociodemografskih obilježja na ponašanje u kupnji i konzumaciji hrane tijekom radnog vremena.

### Materijal i metode

On-line anketno ispitivanje je provedeno u razdoblju od 21. ožujka do 2. travnja 2017. na uzorku od 206 zaposlenih ispitanika. Web adresa anketnog upitnika bila je plasirana na Facebook te je putem e-maila poslana prigodnim ispitanicima. Anketno ispitivanje je u prosjeku trajalo 5 minuta po ispitaniku. Anketni upitnik se sastojao od dvije skupine pitanja: ponašanje u konzumaciji hrane tijekom radnog vremena i socio-demografska obilježja. U svrhu analize prikupljenih podataka korišten je statistički program SPSS, verzija 21. Provedena je jednovarijatna (frekvencije i distribucija podataka) i dvovarijatna (hi kvadrat test) analiza podataka.

### Rezultati i rasprava

#### Opis uzorka

U istraživanju je sudjelovalo 206 ispitanika pri čemu je zastupljen veći udio ispitanika ženskog spola (70,4%) u odnosu na osobe muškog spola (29,6%). Prevladavaju ispitanici u dobi od 30 do 45 godina (44,7%), slijede oni od 18 do 29 godina (37,9%), dok je najmanji udio ispitanika starijih od 45 godina (17,5%). Najzastupljeniji stupanj obrazovanja jest visoka stručna sprema (53,1%), 31,9% njih ima srednjoškolsko obrazovanje, a 15% završen magisterij i/ili doktorat. Mjesečna primanja ispitanika najčešće se kreću između 5.001-8.000 kuna (56,3%), manje od 5.000 kuna zarađuje njih 28,1%, dok ostalih 15,6% mjesečno prima više od 8.000 kuna. Većina ispitanika radi u privatnom poduzeću (55,8%), slijede ispitanici koji posao obavljaju u državnoj službi (39,8%), dok ih najmanje ima vlastito poduzeće (4,4%). Gotovo 70% ispitanika ne radi tijekom vikenda.

#### Ponašanje u kupnji i konzumaciji hrane tijekom radnog vremena

Najviše ispitanika je navelo kako konzumira od 3 do 5 obroka na dan (71,4%), što je u skladu s rezultatima istraživanja provedenog od autora Matijević i Mabić (2012). Što se pak tiče hrane koju konzumiraju tijekom radnog vremena, rezultati istraživanja prikazani u tablici 1. pokazuju da više od polovice ispitanika konzumira pekarske proizvode tijekom radnog vremena (57,8%). Slični rezultati dobiveni su u istraživanju portala Moj posao iz 2011. godine. Zatim slijede ispitanici koji konzumiraju voće (37,7%) i mliječne proizvode (35,4%).

Tablica 1. Vrsta, broj ispitanika i struktura hrane koju konzumiraju tijekom radnog vremena

Vrsta hrane	N	%		N	%
Pekarski proizvodi	119	57,8	Grickalice	36	17,5
Voće	77	37,7	Salate	31	15,0
Mliječni proizvodi	73	35,4	Gazirana pića	22	10,7
Slatkiši	50	24,3	Ne jedem tijekom radnog vremena	9	4,4
Brza hrana	41	19,9			

Najveći udio ispitanika u prosjeku na hranu koju konzumiraju tijekom radnog vremena dnevno troši između 16 i 30 kuna (49 %) i do 15 kuna (34,5%). Između 31 i 45 kuna na hranu konzumiranu unutar radnog vremena troši 13,9% ispitanih, dok ih najmanje troši između 46 i 60 kuna (1,9%), te više od 60 kuna (1,5%).

### Povezanost sociodemografskih obilježja i ponašanja u konzumaciji hrane tijekom radnog vremena

Iako ispitanici oba spola najčešće konzumiraju 3-5 obroka tijekom dana, veći udio ispitanih muškaraca u odnosu na žene konzumira 1-2 i više od 5 obroka dnevno ( $p < 0,05$ ), što je jednako rezultatima istraživanja autora Nayga i Capps (1994) – Tablica 2. Ispitanici koji rade vikendom učestalije konzumiraju 1-2 obroka na dan (39,7% u odnosu na one koji ne rade vikendom - 19,6%). Dob, stupanj obrazovanja, mjesečna primanja i vrsta posla ispitanika ne pokazuju statistički značajnu povezanost s brojem obroka tijekom dana ( $p > 0,05$ ). Nadalje, muški ispitanici više troše na hranu u odnosu na ženske ispitanike ( $p < 0,05$ ). Ispitanici s primanjima većim od 8.000 kuna u većem udjelu troše preko 30 kuna dnevno, dok ispitanici s primanjima manjim od 5.000 kuna, kao i oni zaposleni u državnoj službi u najvećem udjelu troše do 15 kuna dnevno na hranu konzumiranu tijekom boravka na poslu. Starost i obrazovanje ispitanika te rade li ili ne vikendom nisu povezani s iznosom koji ispitanici troše na hranu koju konzumiraju tijekom radnog vremena ( $p > 0,05$ ).

Tablica 2. Povezanost sociodemografskih obilježja i ponašanja u konzumaciji hrane tijekom radnog vremena

Obilježja	Koliko obroka konzumirate na poslu?					Koliko dnevno u prosjeku trošite na hranu koju konzumirate tijekom radnog vremena?					
	1-2	3-5	> 5	p	< 15 kn	16-30 kn	31-45 kn	46-60 kn	> 60 kn	p	
Spol	Ž	20,7	76,6	2,8	*	39,3	46,2	11,7	0,7	2,1	*
	M	37,7	59	3,3		23	55,7	16,4	4,9	0	
Dob	18-29	29,5	67,9	2,6		26,9	56,4	14,1	1,3	1,3	
	30-45	22,8	73,9	3,3	ns	32,6	46,7	16,3	2,2	2,2	ns
	45+	25	72,2	2,8		55,6	38,9	2,8	2,8	0	
Škola	SSS	31,8	62,1	6,1		28,8	53	13,6	3	1,5	
	VŠS/VSS	21,1	78	0,9	ns	41,3	47,7	8,3	0,9	1,8	ns
	Mag i/ili dr	29	67,7	3,2		22,6	45,2	29	3,2	0	
Primanja	<5.000 kn	24,1	74,1	1,7		39,7	48,3	12,1	0	0	
	5.000-8.000 kn	25,2	70,9	3,9	ns	34,6	52	9,4	2,4	1,6	*
	>8.000 kn	33,3	66,7	0		19	33,3	38,1	4,8	4,8	
Tip posla	Privatno poduzeće	29,6	68,7	1,7		25,2	54,8	15,7	3,5	0,9	
	Javna služba	19,5	76,8	3,7	ns	48,8	41,5	8,5	0	1,2	*
	Vlastita tvrtka	33,3	55,6	11,1		22,2	44,4	22,2	0	11,1	
Rad vikendom	Da	39,7	58,7	1,6	*	28,6	54	12,7	3,2	1,6	ns
	Ne	19,6	76,9	3,5		37,1	46,9	13,3	1,4	1,4	

\* $p < 0,05$ , ns=nesignifikantno ( $p > 0,05$ )

Kao što prikazuju rezultati istraživanja prikazani u tablici 3. spol je povezan s odabirom hrane koja se konzumira tijekom radnog vremena. Ispitanici muškog spola češće odabiru brzu hranu, pekarske proizvode i gazirana pića, dok ispitanice češće konzumiraju grickalice i voće ( $p < 0,05$ ). Ispitanici mlađe životne dobi (do 30 godina) učestalije konzumiraju brzu hranu i slatkiše u odnosu na one u dobi iznad 30 godina. Rezultati istraživanja prikazani u tablici 3. pokazuju da brzu hranu i gazirana pića češće konzumiraju ispitanici srednjoškolskog obrazovanja u odnosu na one sa višom ili visokom školom, kao i one sa završenim magisterijem i/ili doktoratom. Ispitanici koji rade u privatnom poduzeću i vlastitoj tvrtki češće konzumiraju brzu hranu nego ispitanici koji rade u državnoj službi. Zaposleni u

javnoj službi također učestalije konzumiraju voće nego oni koji rade u privatnom poduzeću ili vlastitoj tvrtki. Među ispitanicima koji rade vikendom veći je udio onih koji odabiru konzumirati pekarske proizvode i brzu hranu unutar radnog vremena. Visina mjesečnih primanja nije statistički značajno povezana s odabirom hrane koja se konzumira tijekom radnog vremena ( $p>0,05$ ).

Tablica 3. Povezanost sociodemografskih obilježja i odabira hrane tijekom radnog vremena

Obilježja		Vrste hrane					
		Pekarski proizvodi	Brza hrana	Voće	Grickalice	Slatkiši	Gazirana pića
Spol	Ž	53,1 *	13,1*	42,0*	20,7*	26,9 <sup>ns</sup>	5,5*
	M	68,9*	36,1*	27,9*	9,8*	18,0 <sup>ns</sup>	23,0*
Dob	18-29	64,1 <sup>ns</sup>	30,8*	29,9 <sup>ns</sup>	17,9 <sup>ns</sup>	34,6*	14,1 <sup>ns</sup>
	30-45	56,5 <sup>ns</sup>	13*	40,7 <sup>ns</sup>	19,6 <sup>ns</sup>	18,5*	8,7 <sup>ns</sup>
	45+	47,2 <sup>ns</sup>	13,9*	47,2 <sup>ns</sup>	11,1 <sup>ns</sup>	16,7*	8,3 <sup>ns</sup>
Škola	SSS	68,2 <sup>ns</sup>	31,8*	36,4 <sup>ns</sup>	19,7 <sup>ns</sup>	18,2 <sup>ns</sup>	19,7*
	VŠS/VSS	54,1 <sup>ns</sup>	11,0*	40,2 <sup>ns</sup>	17,4 <sup>ns</sup>	25,7 <sup>ns</sup>	3,7*
	Mag i/ili dr	48,4 <sup>ns</sup>	25,8*	32,3 <sup>ns</sup>	12,9 <sup>ns</sup>	32,3 <sup>ns</sup>	16,1*
Tip posla	Privatno poduzeće	60 <sup>ns</sup>	26,1*	28,9*	17,4 <sup>ns</sup>	24,3 <sup>ns</sup>	13,9 <sup>ns</sup>
	Javna služba	54,9 <sup>ns</sup>	11,0*	50,6*	18,3 <sup>ns</sup>	24,4 <sup>ns</sup>	6,1 <sup>ns</sup>
	Vlastita tvrtka	55,6 <sup>ns</sup>	22,2*	33,3*	11,1 <sup>ns</sup>	22,2 <sup>ns</sup>	11,1 <sup>ns</sup>
Rad vikendom	Da	66,7*	33,3*	40,3 <sup>ns</sup>	22,2 <sup>ns</sup>	28,6 <sup>ns</sup>	11,1 <sup>ns</sup>
	Ne	53,8*	14,0*	36,6 <sup>ns</sup>	15,4 <sup>ns</sup>	22,4 <sup>ns</sup>	10,5 <sup>ns</sup>

\* $p<0,05$ , ns=nesignifikantno ( $p>0,05$ )

## Zaključak

Muškarci u većem udjelu u odnosu na žene konzumiraju 1-2 i više od 5 obroka dnevno. Ispitanici muškog spola, oni s većim primanjima, kao i zaposleni u privatnom poduzeću ili privatnoj tvrtki u većem udjelu troše veći iznos na obroke koje konzumiraju tijekom radnog vremena. Ispitanice češće odabiru konzumirati grickalice, voće i mliječne proizvode, dok ispitanici muškog spola češće odabiru brzu hranu, pekarske proizvode i gazirana pića. Mlađi ispitanici češće konzumiraju brzu hranu i slatkiše. Zaposlenici privatnih poduzeća te oni koji imaju vlastitu tvrtku češće konzumiraju brzu hranu nego ispitanici koji rade u državnoj službi. Osnovno ograničenje ovog istraživanja je način prikupljanja podataka (on-line) i veličina uzorka. Stoga se u budućim istraživanjima preporuča korištenje osobnog anketnog ispitivanja na većem uzorku. Za buduća istraživanja se također preporuča ispitati stavove o utjecaju hrane na zdravlje, te utjecaj istih na ponašanje u konzumaciji hrane tijekom radnog vremena.

## Literatura

- Devine, C. M., Connors, M. M., Sobal, J., Bisogni, C. A. (2003). Sandwiching it in: spillover of work onto food choices and family roles in low-and moderate-income urban households. *Social Science & Medicine*. 56(3): 617-630.
- Downie, R., C. Tannahill, C., Tannahill, A. (1996). *Health promotion. Models and Values*. Oxford, Oxford University Press
- Lallukka, T., Sarlio-Lahtenkorva, S., Roos, E., Laaksonen, M., Rahkonen, O., Lahelma, E. (2004). Working conditions and health behaviours among employed women and men: the Helsinki Health Study. *Preventive Medicine*. 38(1): 48–56.

- Matijević B., Mabić M. (2012). Prehrambene navike tijekom radnog vremena. IV. međunarodni stručno-znanstveni skup Zaštita na radu i zaštita zdravlja, At Borik – Zadar Hrvatska
- MojPosao (2011). Prehrana na poslu. <http://www.moj-posao.net/Vijest/69974/Prehrana-na-poslu/55/#ixzz4WttjZ4dZ>. (pristupljeno: 10. lipnja 2017.)
- Nayga, R., Capps, O. (1994). Impact of Socio-Economic and Demographic Factors on Food Away from Home Consumption: Number of Meals and Type of Facility. *Journal of Restaurant & Foodservice Marketing*, 1(2): 46 – 49.
- Ovaskainen, M.L., Reinivuo, H., Tapanainen, H., Hannila, M.L., Korhonen, T., Pakkala, H. (2005). Snacks as an element of energy intake and food consumption. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60(4): 494–501.
- Raulio, S., Roos, E., Mukala, K., Prättälä, R. (2008). Can working conditions explain differences in eating patterns during working hours?. *Public health nutrition*, 11(3): 258-270.
- Raulio, S. (2011). Lunch eating patterns during working hours and their social and work-related determinants: Study of Finnish employees. Academic dissertation. National Institute for Health and Welfare. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/28082/luncheat.pdf?sequence=> (pristupljeno: 29. listopada 2017.)
- Simunaniemi, A. M., Andersson, A., Nydahl, M. (2009). Fruit and vegetable consumption close to recommendations. A partly web-based nationwide dietary survey in Swedish adults. *Food and Nutrition Research*, 53.
- Wanjek, C. (2005). Food at work: Workplace solutions for malnutrition, obesity and chronic diseases. International Labour Office, Geneva

## **Relationship between socio-demographic characteristics and food consumption during working time**

### **Abstract**

The aim of the research was to establish the correlation between socio-demographic characteristics and consumer behavior in food consumption during working hours. The survey was conducted on a sample of 206 employees. Research findings have shown that males spend more money on food during their working hours and more frequently choose fast food, carbonated beverage and sweets compared to women. Women tend to eat fruit a bit more often. Younger respondents (18-29 years) often consume fast food and sweets during working hours. Fast food is often consumed by private-sector employees and those who have their own company in relation to state-run employees who consume more fruit during their working hours.

**Key words:** food, working time, survey

## Testiranje novog proizvoda na primjeru ugostiteljske ponude CroSea

Damir Kovačić<sup>1</sup>, Josip Juračak<sup>2</sup>, Marina Tomić<sup>1</sup>, Roberta Lovrinov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za marketing u poljoprivredi, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska (matomic@agr.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za menadžment i ruralno poduzetništvo, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, preddiplomski studij Agrarna ekonomika

### Sažetak

Kako bi smanjili rizike koji se javljaju pri uvođenju novog proizvoda na tržište, provodi se pokusni marketing. Cilj istraživanja je bio utvrditi prihvatljivost nove ugostiteljske ponude CroSea među potrošačima, kao i njezinu isplativost. Anketno ispitivanje je provedeno na uzorku od 450 ispitanika, konzumenata CroSea ponude. Rezultati istraživanja su pokazali da su ispitanici vrlo zadovoljni ugostiteljskom ponudom CroSea. Tijekom mjesec dana provedbe pokusnog marketinga ostvaren je pozitivan financijski rezultat. Financijska analiza projekta za trogodišnje razdoblje pokazuje isplativost ugostiteljske ponude CroSea.

**Ključne riječi:** novi proizvod, CroSea, potrošači, financijska analiza

### Uvod

Pojam proizvod, u marketinškom smislu, obuhvaća sve što se može ponuditi na tržištu, uključujući fizička dobra, usluge, iskustva, događaje, osobe, mjesta, nekretnine, organizacije, informacije i ideje (Kotler, 2014.). Prema autorima Previšić i Došen (2007.) proizvod je konačni rezultat proizvodne djelatnosti koji, za razliku od usluge, postoji i nakon što je dovršen proces njegove proizvodnje te svojim predmetnim oblikom i svojstvima zadovoljava određenu potrebu. Razvoj novih proizvoda i njihovo uvođenje na tržište je jedna od najrizičnijih marketinških strategija. Renko (2010.) navodi da su najčešće razlozi uvođenja novih proizvoda: želja za podizanjem reputacije poduzeća kao inovatora u industriji, potreba za stimuliranjem prodaje, zamjena proizvodu koji je u fazi opadanja ili želja za postizanjem konkurentne prednosti. Vjerojatnost neuspjeha novog proizvoda je vrlo velika. Primjerice, vjerojatnost neuspjeha novog proizvoda u njemačkoj prehrambenoj industriji procjenjuje se na oko 65% (Rohwetter 2004., preuzeto iz Meffert i sur. (2015.)), Halaszovich 2011., preuzeto iz Meffert i sur. (2015.). Najčešći razlozi za neuspjeh novog proizvoda su niska razina inovativnosti, loša procjena potreba i preferencija kupaca, previsoke cijene pri uvođenju proizvoda na tržište, nedostatak kvalitete, nepovoljno pozicioniranje, precjenjivanje tržišne potražnje odnosno tržišnog potencijala i/ili pogreške u komuniciranju s tržištem (Erichson, 1997., Decker, 2015.).

Propast novog proizvoda može uzrokovati velike financijske gubitke i štetiti imidžu poduzeća na tržištu. Kako bi se smanjile greške pri razvoju novog proizvoda taj je proces nužno sustavno planirati. Ključna faza u procesu razvoja novog proizvoda je test tržišta ili pokusni marketing. Svrha pokusnog marketinga je da se testiranjem proizvoda na stvarnom tržištu i u stvarnim tržišnim uvjetima testira ne samo proizvod nego i ukupan marketinški miks, kako bi se prije lansiranja i uvođenja novog proizvoda na ukupno ciljno tržište eliminirali svi nedostaci i rizici (Renko, 2010.).



Predmet ovog rada je bio testiranje ugostiteljskog koncepta CroSea. CroSea je zamišljen kao praktičan, lako dostupan i cjenovno prihvatljiv objed od sitne plave ribe (srdela, inčun, lokarda). Ciljna skupina za CroSea su tzv. *Take Away* potrošači. To su mlađe osobe, većinom turisti, koji hranu konzumiraju u pokretu ili se kratko zadržavaju na mjestu ugostiteljske ponude (Lovrinov, 2017.).

Ciljevi ovog istraživanja su bili utvrditi prihvatljivost nove ugostiteljske ponude od strane potrošača, isplativost nove ugostiteljske ponude te možebitne pogreške u pokusnom marketingu.

Rezultati istraživanja daju informacijsku podlogu za ulaganje u ugostiteljsku ponudu CroSea.

## **Materijal i metode**

Koncept ugostiteljske ponude CroSea testiran je u kolovozu 2016. u Zadru. Ugostiteljska kućica je postavljena na rivi u Zadru, a nudila je pečenu i prženu sitnu plavu ribu (srdela, inčun, lokarda) i priloge od povrća. Da bi ugostiteljski objekt takvog tipa bio isplativ, prema iskustvenim procjenama, prosječni dnevni prihod trebao bi biti oko 8.000,00 kn, što bi značilo prosječno 200 kupaca na dan uz prosječni račun od 40 kuna po kupcu. Ovaj iznos prihoda uzeli smo kao ciljni prihod u testiranju. Za potrebe procjene prodaje i ocjene financijske isplativosti koncepta dnevno je bilježen ugostiteljski promet po artiklima. Na temelju prikupljenih podataka napravljena je analiza izdataka i primitaka, odnosno, analiza novčanog tijeka projekta.

Za potrebe utvrđivanja prihvatljivosti novog proizvoda od strane potrošača te utvrđivanja možebitnih pogrešaka u pokusnom marketingu provedeno je anketno ispitivanje među potrošačima koji su konzumirali hranu koja se nudila u CroSea. Anketno ispitivanje je provedeno face to face na uzorku od 450 ispitanika u razdoblju od 25. srpnja do 20. kolovoza 2016. godine na rivi u Zadru. Izbor uzorka je bio prigodan. Anketni upitnik sadržavao je pitanja o kupovnim motivima, stavovima i zadovoljstvu potrošača koji su konzumirali objed CroSea te preporukama za poboljšanja u pokusnom marketingu. U analizi prikupljenih podataka je korištena jednovarijatna analiza.

## **Rezultati i rasprava**

### Opis uzorka

U istraživanju je sudjelovalo 47% ženskih i 53% muških ispitanika. Prosječna starost ispitanika je bila 35,7 godina. U uzorku je sudjelovalo 56% hrvatskih ispitanika i 44% stranaca. Prema školskoj spremi najviše su zastupljeni ispitanici sa završenom višom i visokom školom, njih 52%, zatim sa srednjom školom, njih 44%, te 4% sa završenom osnovnom školom.

### Analiza anketnog istraživanja

Prema učestalosti potrošnje plave ribe ispitanici su gotovo simetrično distribuirani. Petina ispitanih konzumira plavu ribu najmanje jednom tjedno, isto toliko 2 - 3 puta mjesečno, a 22,6% ispitanih jednom mjesečno. Njih 12,9% konzumira plavu ribu jednom godišnje, a petina ispitanih rjeđe. Plava se riba puno manje konzumira u ugostiteljskim objektima nego kod kuće. Više od četvrtine ispitanih nikad nije konzumiralo plavu ribu u ugostiteljskim objektima, a čak 62% ispitanika to nije učinilo ove godine. Među razlozima konzumacije CroSea ribljeg objeda ispitanici najčešće navode radoznalost (34%), preferenciju plave ribe u prehrani (18%) te njihov stav da je riba zdrava hrana (10%). Tek 12% ispitanika je konzumiralo CroSea objede na nagovor bližnjih. Većina ispitanih (55%) je za ponudu

CroSea saznalo usput, šetajući rivom. Među ispitanicima je 18% onih koji su doznali za ovu ponudu preko masovnih medija i društvenih mreža. Ispitanici su zadovoljni odnosno jako zadovoljni s ugostiteljskom ponudom CroSea. Na skali od 1 – 5 gdje 1 znači potpuno nezadovoljan, a 5 jako zadovoljan prosječna ocjena zadovoljstva bila je 4,23. Isto tako, ispitanici su zadovoljni sa svim elementima ponude. Najzadovoljniji su okusom jela, (prosječna ocjena 4,39), a najmanje zadovoljni pakiranjem (prosječna ocjena 4,11) kao što se može vidjeti iz podataka prikazanih u tablici 1.

Tablica 1. Zadovoljstvo pojedinim elementima ponude CroSea

	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Okus jela	4,39	,79
Izgled jela	4,28	,74
Dizajn	4,22	,81
Pakiranje	4,11	,88

Manji broj ispitanika ima primjedbu na okus jela pri čemu kao nedostatak navode premalo začina (n = 11), neukusnu šalšu (n = 7), te nedovoljno pečene ribice i krumpir (n = 2). Isto tako, mali dio ispitanika (7%) je imao primjedbe na ambalažu. Oni navode da je ambalaža nepraktična (n = 2), da je loša aplikacija dizajna na ambalaži (n = 2) te da je pakiranje bezlično i dosadno (n = 13). Nadalje, ispitanici drže da je cijena objeda umjerena. Pri tome 12,1% misli da je cijena CroSea objeda visoka odnosno jako visoka, 70% da je umjerena, 17% da je niska odnosno jako niska. Manje cjenovno osjetljivi su strani potrošači.

#### Analiza prodaje i financijska analiza projekta

Ukupno je u testnom razdoblju prodano 10.408 porcija jela, prosječno 325 dnevno, odnosno 9.327 pića, prosječno 261. Ukupni ostvareni prihod je bio 414 tisuća kuna. U strukturi prihoda hrana je sudjelovala s 65,84%, a piće s 34,16%. Promatrano po danima, najmanji dnevni promet je bio 6.122 kn, a najveći 24.639 kn. Prosječni dnevni prihod je bio 12.928 kn. Tijekom mjesec dana u ugostiteljskom objektu CroSea je utrošeno 4,5 tona plave ribe. Rezultati prodaje pokazuju da je ostvareni prosječni dnevni prihod bio 1,6 puta veći od ciljnog (8.000 kn).

Kako bi se utvrdila isplativost ugostiteljske ponude CroSea dodatno je napravljena financijska analiza projekta za trogodišnje razdoblje. Analiza je rađena uz pretpostavke da bi objekt radio tri mjeseca tijekom sezone i da bi ostvario isti promet kakav je bio u testnom objektu. Godišnji primitci od rada ugostiteljskog objekta CroSea su 1,24 milijuna kuna, izdaci 1,03 milijuna kuna, a zbrojeni kumulativ neto novčanih primitaka na kraju razdoblja iznosi 790 tisuća kuna. Neto sadašnja vrijednost (NSV) neto novčanih primitaka iznosi 765 tisuća kuna. Početna ulaganja u izgradnju i opremanje ugostiteljske kućice i u obrtna sredstva su procijenjena na 50 tisuća kuna.

Osjetljivost projekta na negativne promjene u uvjetima poslovanja ocijenili smo na temelju alternativnih scenarija u kojima su pretpostavljena smanjenja primitaka i/ili povećanja izdataka. Projekt CroSea je otporan na smanjenje cijena usluga za 10% i na povećanje ugostiteljskih troškova za 10%. Isto tako, projekt daje pozitivan financijski rezultat u slučaju istovremenog smanjenja cijena za 10% i povećanja troškova za 10%, što potvrđuju i rezultati prikazani u tablici 2.

Tablica 2. Analiza osjetljivosti za početni model – puni opseg prodaje

Opis	Novac na kraju projekta	NSV
Polazni parametri	789.645,50	765.231,10
Smanjenje cijene za 10%	417.479,75	403.799,89
Povećanje troškova za 10%	496.444,30	480.323,00
Smanjenje cijena za 10% i povećanje troškova za 10%	124.278,55	118.891,79

Financijska analiza pilot prodaje sa zadarske rive pokazuje da se radi o vrlo isplativom projektu. Međutim, kao što smo već upozorili, ovdje se radi o vrhunskoj lokaciji s velikom frekvencijom prolaznika. Stoga smo dodatno testirali model sa smanjenim obujmom poslovanja, i to u dva scenarija: smanjenje obujma za 50% i smanjenje obujma za 65%. Uz 50% manji promet tijekom trogodišnjeg razdoblja objekt CroSea ostvario bi neto sadašnju vrijednost od 358 tisuća kuna, što je za 400 tisuća kuna manje nego u slučaju iz pilot projekta. Za scenarij smanjenja prometa za 65%, kumulirani neto novčani primici bi iznosili 244 tisuće kuna, dok bi neto sadašnja vrijednost iznosila 235 tisuća kuna. Ulaganja u promotivna aktivnosti iznosila bi 3.000 kune za sezonu, a odnosila bi se na tisak i distribuciju promotivnih letaka.

### Zaključak

Provedeni test tržišta pokazuje da su domaći i strani turisti zainteresirani za ponudu brze hrane temeljene na jadranskoj plavoj ribi. Većina potrošača ima pozitivni stav o objedu CroSea i zadovoljni su sa svim elementima te ugostiteljske ponude. Manji broj ispitanika ima zamjerke prema dizajnu i funkcionalnosti ambalaže.

Prosječno ostvareni dnevni prihod ugostiteljskog objekta CroSea je 1,6 puta veći od ciljnog prihoda i prema tom kriteriju posao je ekonomski uspješan. Financijska analiza pilot prodaje sa zadarske rive pokazuje da se radi o isplativom projektu. Godišnji primitci od rada ugostiteljskog objekta CroSea su 1,24 milijun kuna, izdaci 1,03 milijun kuna, a zbrojeni novac na kraju razdoblja iznosi 790 tisuća kuna. Neto sadašnja vrijednost neto novčanih primitaka iznosi 765 tisuća kuna. Početna ulaganja u izgradnju i opremanje ugostiteljske kućice i u obrtna sredstva su procijenjena na 50 tisuća kuna.

Projekt CroSea je otporan na smanjenje cijena usluga za 10% i na povećanje ugostiteljskih troškova za 10%. Isto tako, projekt daje pozitivan financijski rezultat u slučaju istovremenog smanjenja cijena za 10% i povećanja troškova za 10%. Model je dodatno testiran na smanjenje obujma poslovanja za 50% i 65%. U oba slučaja model daje pozitivan financijski rezultat.

### Literatura

- Decker, R., Kroll, F., Meissner, M., Wagner, R. (2015). Marketing – Eine entscheidungsorientierte Einführung, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Erichson, B. (1997). Neuproduktprognose mittels Testmarktsimulation: Praktische Anwendungen und methodische Grundlagen, Arbeitspapier am Lehrstuhl für Marketing, Universität Magdeburg, Magdeburg.
- Kotler, P., Keller, K.L., Martinović, M. (2014). Upravljanje marketingom, 14. izdanje. Mate d.o.o., Zagreb

- Lovrinov, R. (2017). Testiranje novog proizvoda na primjeru ugostiteljske ponude CroSea. Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet
- Previšić, J., Ozretić Došen, Đ. (2007). Osnove marketinga, Zagreb, Adverta
- Renko, N. (2010). Marketing malih i srednjih poduzeća. Zagreb, Naklada Ljevak
- Rohwetter, M. (2004). Was aus der Fabrik kommt wird gegessen, Die Zeit, Nr. 6, preuzeto od Meffert, H., Burmann, C., Kirchgeorg, M. (2015). Marketing, Grundlagen marktorientierter Unternehmenführung – Konzepte – Instrumente – Praxisbeispiele, 12., Auflage, Springer, Gebler
- Halaszovich, T.F. (2011). Neuprodukteinführungsstrategien schnelldrehender Konsumgüter – Eine empirische Wirkungsanalyse des Marketing Mix, Wiesbaden, Gabler, preuzeto od Meffert, H., Burmann, C., Kirchgeorg, M. (2015). Marketing, Grundlagen marktorientierter Unternehmenführung – Konzepte – Instrumente – Praxisbeispiele, 12., Auflage, Springer, Gebler

## **Testing a Novel Product on the Example of CroSea Catering Offer**

### **Abstract**

We carried experimental marketing in order to reduce the risks posed by the introduction of a novel product on the market. The aim of the research was to determine the eligibility of CroSea new catering supply among consumers as well as its viability. The survey was conducted on a sample of 450 respondents, CroSea consumers. The results of the research have shown that the respondents are very satisfied with CroSea catering offer. During the one month of the experimental marketing, a positive financial result was achieved. The financial analysis of the project over a three-year period showed the profitability of CroSea catering offer.

**Keywords:** novel product, CroSea, consumers, financial analysis

## Pregled modela za projekcije razvoja tržišta poljoprivrednih proizvoda s naglaskom na AGMEMOD model

David Kranjac<sup>1</sup>, Krunoslav Zmaić<sup>1</sup>, Tihana Sudarić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (dkranjac@pfos.hr)

### Sažetak

Rad prikazuje sažeti pregled modela parcijalne ravnoteže korištenih u analizama poljoprivrednog sektora, odnosno modela koji se koriste za pregled i projekcije tržišta poljoprivrednih proizvoda i utjecaja promjena politika na iste. Prikazani su najčešće korišteni modeli parcijalne ravnoteže na svjetskoj i EU razini, s posebnim naglaskom na AGMEMOD model. Opisani su ulazni i izlazni podatci, te prikazana opća struktura AGMEMOD nacionalnog modela, te njegova povezanost s EU 28 modelom.

**Ključne riječi:** ekonomski modeli, parcijalna ravnoteža, AGMEMOD model

### Uvod

Ekonomski modeli pružaju sveobuhvatan, pojednostavljeni prikaz složenih čimbenika ekonomske stvarnosti u uvjetima izmijenjenih okolnosti. Prikazuju međudnose između promatranih ekonomskih varijabli, te utjecaj promjena na iste uvjetovane promjenom politike. U analizama poljoprivrednog sektora ekonomski modeli primjenjuju se od 1970-ih godina, s posebnim naglaskom na specifične osobine promatranog sektora. Najčešći pristupi kvantitativnim procjenama reformi poljoprivredne politike temelji se na modelima parcijalne ravnoteže (PE – Partial equilibrium) i opće ravnoteže (GE – General equilibrium), (Dominguez i sur., 2008.).

Modeli opće ravnoteže daju kompletan prikaz nacionalnih gospodarstava, uz specifikaciju trgovinskih odnosa među gospodarstvima, kao i interakciju između različitih sektora promatranog gospodarstva, te uključuju procjenu uloge i značenja poljoprivrede u ukupnom gospodarstvu s mnogo manje detalja o samom sektoru. Prednost navedenih ekonomskih modela je prikaz interakcije između poljoprivrede i nepoljoprivrednih sektora gospodarstva, te često globalnu integraciju (Van Tongeren i sur., 2001.).

Modeli parcijalne ravnoteže naglasak stavljaju na analizu sektora, te je moguće promatrati poljoprivredni sektor u cijelosti, kao aktivnosti na razini gospodarstva, ili pak s uključenim razinama prerade i marketinga (Bauer, 1989.). Uz navedeno, modeli parcijalne ravnoteže prikazuju jedan gospodarski sektor, ali s više detalja o proizvodnji i političkim instrumentima (Salvatici i sur., 2001.) uz mogućnost primjene na jednom ili više proizvoda.

Rad prikazuje najčešće korištene modele parcijalne ravnoteže na razini Europske Unije. Većina opisanih modela koristi se od strane Europske komisije (Odjela za poljoprivredu - DG-AGRI) prilikom srednjoročnih i dugoročnih modeliranja pregleda tržišta poljoprivrednog sektora i utjecaja promjena agrarne politike na isti.

## Modeli parcijalne ravnoteže za projekcije tržišta i procjene utjecaja promjena politike

U modele parcijalne ravnoteže koji služe za projekcije tržišta i procjene utjecaja promjena politike na svjetskoj i EU razini spadaju FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute), AGLINK, CAPRI (Common Agricultural Policy Regional Impact) i ESIM (European Simulation Model) modeli. Glavne karakteristike navedenih modela prikazane su u tablici 1.

Tablica 1. Glavne karakteristike modela parcijalne ravnoteže na svjetskoj i EU razini

	FAPRI	AGLINK	CAPRI	ESIM
Institucije	FAPRI (samo SAD)	OECD-FAO (globalna pokrivenost)	EU CAPRI konzorcij (samo EU)	Razvojni tim ESIM-a (samo EU)
Tip modela	Rekurzivno dinamički	Rekurzivno dinamički	Komparativno statistički	Komparativno statistički
Definiranje polaznog scenarija	Vlastiti scenarij	Vlastiti scenarij	Kalibracija prema DG-AGRI scenariju	Kalibracija prema DG-AGRI scenariju
Egzogene varijable	Stanovništvo, makroekonomske varijable, promjena tehnologije	Stanovništvo, makroekonomske varijable, promjena tehnologije	Stanovništvo, makroekonomske varijable, promjena tehnologije	Stanovništvo, makroekonomske varijable, promjena tehnologije
Geografska pokrivenost				
Svijet	28 država/regija, glavni trgovinski blokovi	58 država/regija, glavni trgovinski blokovi	28 država/regija, glavni trgovinski blokovi	EU, Turska i skupina država „ostatak svijeta“
EU	EU 28	EU 28, EU 15, EU 13	EU 28, regije država članica i NUTS 2 regije	EU 28
Trgovinska razmjena	Samo neto trgovina	Samo neto trgovina	Bilateralna trgovina	Samo neto trgovina
Prikaz politike				
EU politike	Nije detaljno prikazana	Nije detaljno prikazana	Vrlo detaljno prikazana	Detaljno prikazana
SAD politike	Vrlo detaljno prikazana	Nije detaljno prikazana	Nije detaljno prikazana	Nije detaljno prikazana
Trgovinski blokovi	Nije detaljno prikazana	Nije detaljno prikazana	Nije detaljno prikazana	Nije detaljno prikazana

Izvor: Blanco-Fonseca, 2010.

U najnovije vrijeme DG-AGRI prilikom izrada pregleda tržišta *eng. outlook* poljoprivrednih proizvoda na EU razini koristi AGMEMOD model parcijalne ravnoteže.

### Agmemod model parcijalne ravnoteže

AGMEMOD (Agricultural Member States Modelling) partnership (2008) je ekonometrijski rekurzivno dinamički model parcijalne ravnoteže, te je jedan od parcijalnih sektorskih modela za poljoprivredna dobra. Predstavlja sustav modela parcijalne ravnoteže za srednjoročne projekcije uključenih tržišta poljoprivrednih proizvoda na nacionalnoj i EU razini. Osnovni cilj AGMEMOD modela parcijalne ravnoteže je izrada višegodišnjih projekcija tržišta

glavnih poljoprivrednih proizvoda u EU i njezinim zemljama članicama. Opći oblik AGMEMOD modela na nacionalnoj razini i na razini Europske unije temelji se na predlošku modela (Hanrahan, 2001.) i predlošcima i opisima autora Chantreuil i sur. (2005.).

Model uspješno prikazuje odnose ponude i potražnje između poljoprivrednih proizvoda, na način da uključuje linearne ili log-linearne bihevioralne jednadžbe koje su ekonometrijski opis ponude i potražnje promatranog poljoprivrednog proizvoda na tržištu. U svoje odnose ponude i potražnje ugrađuju se endogene i egzogene varijable.

Endogene varijable predstavljaju vremenske serije povijesnih podataka koje sadrže podatke o početnim zalihama, proizvodnji, uvozu, potrošnji ljudske hrane, potrošnji stočne hrane, industrijskoj i prerađivačkoj potrošnji, izvozu i završnim zalihama promatranog proizvoda. Uz navedeno uključeni su i politički instrumenti za svaku pojedinu državu (AGMEMOD partnership, 2008). Kao izvori podataka za endogene varijable koriste se nacionalne i EU baze podataka za države članice (DZS, Eurostat).

Egzogene varijable su određene izvan modela, te obuhvaćaju tri podskupa podataka. Prva dva skupa odnose se na političke instrumente i makroekonomske varijable čije podatke i projekcije preuzimamo od DZS i referentnih nacionalnih znanstvenih i stručnih institucija koje se bave predviđanjima navedenih podataka. Treći skup podataka predstavljaju projekcije svjetskih tržišnih cijena koje se preuzimaju iz FAPRI modela (Salamon i sur., 2008.). Navedene varijable predstavljaju utjecaje ostatka domaćeg i svjetskog gospodarstva na poljoprivredni sektor.

Ravnotežni odnos u modelu očituje se ravnotežom u bazi podataka za proizvodnju i potrošnju robnih tržišta stočarskog sektora u svim vremenskim serijama. Prilikom definiranja tržišne ravnoteže pojedinog poljoprivrednog proizvoda potrebno je zadovoljiti slijedeću jednadžbu (Salamon, 2010.):

$$\text{Proizvodnja} + \text{Početne zalihe} + \text{Uvoz} = \text{Domaća potrošnja} + \text{Završne zalihe} + \text{Izvoz}$$

Cijene pojedinih poljoprivrednih proizvoda različito se definiraju s obzirom je li nacionalno tržište proizvoda ključno tržište (key market) s ključnom cijenom (key price) EU ili nije (Salamon, 2010). Količina poljoprivrednih proizvoda u Hrvatskoj nije značajna u okviru EU tržišta poljoprivrednih proizvoda, udio je manji od 1% za svaku pojedinu proizvodnju. Stoga, količine poljoprivrednih proizvoda proizvedene u Republici Hrvatskoj ne utječu na europsku cijenu, te se ravnotežna cijena na hrvatskom tržištu za sve proizvode iskazuje kao:

$$p_{j,t} = f(Kp_{j,t}, p_{j,t-1}, SSR_{j,t}, KSSR_{j,t}, V)$$

Pri čemu su:

$p_{j,t}$  – nacionalna cijena proizvoda  $j$  u godini  $t$ ,

$Kp_{j,t}$  – ključna cijena proizvoda  $j$  u godini  $t$ ,

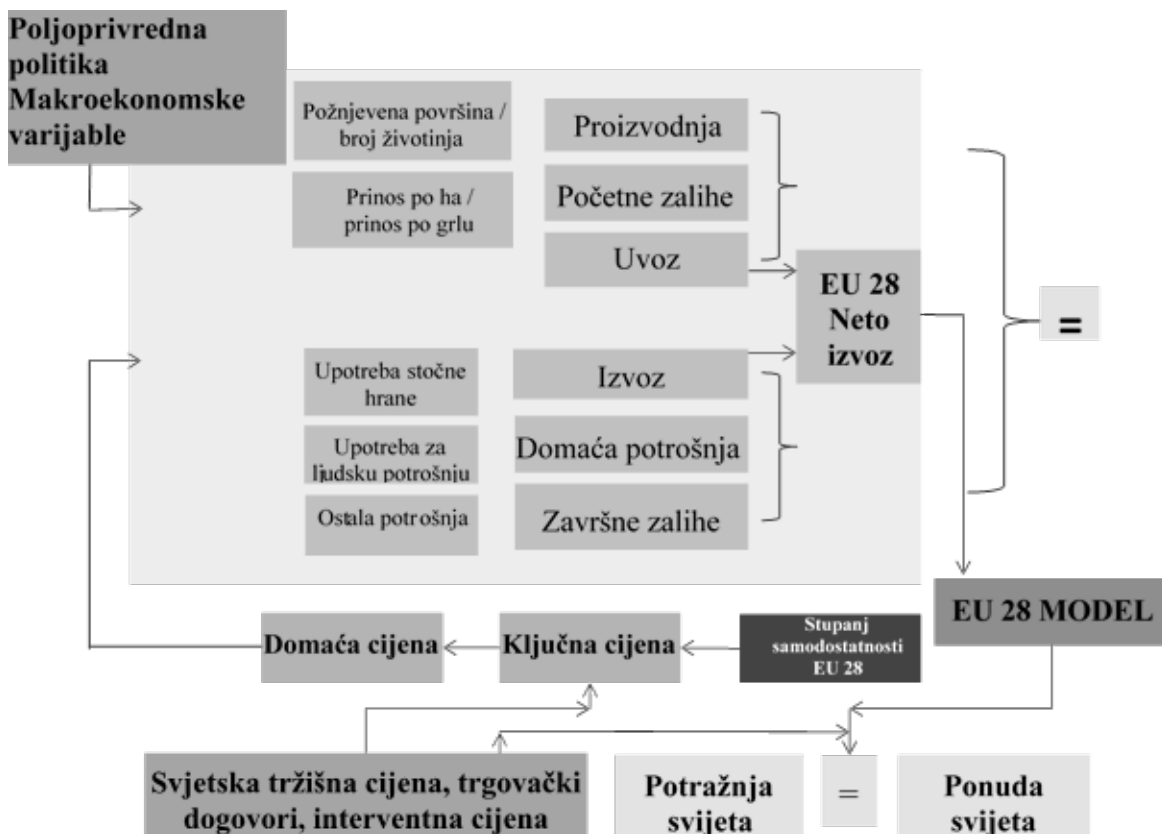
$SSR_{j,t}$  – stupanj samodostatnosti za proizvod  $j$  u godini  $t$ ,

$V$  – vektor egzogenih varijabli koji može imati utjecaja na nacionalnu cijenu.

Izlazne podatke predstavljaju scenariji odnosno scenarijske analize. Polazni scenarij *eng. baseline* pretpostavlja projekcije utjecaja postojeće poljoprivredne politike. Osim polaznog

scenarija izrađuju se scenariji budućih promjena ZPP-a, i projekcije utjecaja očekivanih promjena ZPP-a.

AGMEMOD partnerstvo danas obuhvaća sve zemlje članice osim Cipra i Malte (Salamon i sur., 2008.). Republika Hrvatska pridružuje se partnerstvu 2007. godine zajedno sa Turskom i Makedonijom, a osim zemalja članica EU i zemalja kandidata za EU partnerstvu se pridružuju i neke države izvan EU (Rusija, Ukrajina, Kazahstan i Brazil) (Chantreuil i sur., 2011.). Opća struktura nacionalnog AGMEMOD modela i njegova povezanost s EU 28 modelom prikazana je na slici 1.



Slika 1. Osnovna struktura AGMEMOD nacionalnog modela i njegova povezanost s EU 28 modelom; Izvor: Chantreuil i sur., 2010.

### Istraživanja primjenom AGMEMOD modela u Republici Hrvatskoj

Primjena AGMEMOD modela u istraživanju Zrakić i sur. (2015.) prikazuje potencijalne utjecaje ZPP-a na mljekarski sektor Republike Hrvatske. Rezultati istraživanja potvrđuju dosadašnje trendove u smanjenju broja mliječnih krava, cijene sirovog mlijeka i količine prikupljenog mlijeka, dok se pozitivan trend očekuje u povećanju produktivnosti.

Koristeći AGMEMOD dinamički model parcijalne ravnoteže dane su projekcije u sektoru ratarske proizvodnje Republike Hrvatske (Zrakić, 2016.). Razvijeni model projicira razvoj ratarskog sektora RH do 2025. godine pod postavljenim uvjetima, te predviđa povećanje proizvodnje pojedinih žitarica i uljarica kao posljedicu povećanja prinosa, povećanje neto izvoza kukuruza, pšenice i soje. Model parcijalne ravnoteže stočarske proizvodnje Republike Hrvatske također će se ostvariti korištenjem AGMEMOD partnership metodologije. Izrađeni i ažuriran model ratarske proizvodnje zajedno s izrađenim modelom stočarske proizvodnje pružit će kompletan model parcijalne ravnoteže hrvatske poljoprivrede s pregledom tržišta ključnih poljoprivrednih proizvoda do 2030. godine.



## Literatura

- AGMEMOD Partnership (2008). Impact Analysis of CAP Reform on the Main Agricultural Commodities. European Commission. JRC IPTS Sevilla.
- Bauer, S. (1989). Historical review, experiences and perspectives in sector modelling. V: Agricultural sector modelling. Proceedings of the 16th Symposium of the European Association of Agricultural Economists (EAAE), Bonn, 14-15 apr. 1988. Bauer S., Henrichsmeyer W. (eds.). Kiel, Wissenschaftsverlag Kiel, pp 3-22.
- Blanco-Fonseca M. (2010). Literature Review of Methodologies to Generate Baselines for Agriculture and Land Use, European Commission - Joint Research Centre (JRC), dostupno na: <http://ilr.uni-bonn.de/agpo/rsrch/capri-rd/docs/d4.1.pdf>, 1.11.2017.
- Chantreuil F., Hanrahan K. F., van Leeuwen M. (2011). The Future of EU Agricultural Markets by AGMEMOD. Springer, Dordrecht.
- Chantreuil F., Levert F., Hanrahan K.F. (2005). The Luxembourg Reform of the CAP: An Analysis using AGMEMOD Composite Model. In: Modelling agricultural policies: state of the art and new challenges. Proceedings of the 89th EAAE Seminar, Parma (Italy), 3-5 February 2005. Arfini F. (ed.). Parma, University of Parma, pp 632-652.
- Chantreuil F., Salputra G., Erjavec E. (2010). Impact analysis of direct payments using Agmemod model, PowerPoint prezentacija na Agripolicy meeting. Travnja, Struga, Makedonija, pp 21-22.
- Domínguez I. P., Gay S. H., M'Barek R. (2008). An integrated model platform for the economic assessment. *Agrarwirtschaft*, 57(8): 379-385.
- Hanrahan K.F. (2001). The EU Gold Model manual. Mimeo Rural Economy Research Centre, Teagasc. Dublin
- Salamon P., Chantreuil F., Donnellan T., Erjavec E., Esposti R., Hanrahan K., van Leeuwen M., Bouma, F., Dol, W. (2008). How to deal with the challenges of linking a large number of individual national models: the case of the AGMEMOD Partnership *Agrarwirtschaft* 57(8): 373-378.
- Salamon P. (2010.): The AGMEMOD tool version 4.0 – stylized model equations, Technical Paper No. 2, dostupno na: [https://www.agmemod.eu/images/AGMEMOD\\_model\\_version\\_4\\_0.pdf](https://www.agmemod.eu/images/AGMEMOD_model_version_4_0.pdf), 3.11.2017.
- Salvatici L., Anania G., Arfini F., Conforti P., De Muro P., Londero P., i dr. (2001). Recent developments in modelling the CAP: hype or hope? In: T. Heckelei, H. P. Witzke, & W. Henrichsmeyer (Ur.), *Agricultural Sector Modelling and Policy Information Systems*. Proceedings of the 65th European Seminar of EAAE (str. 8-26). Kiel: Wissenschaftsverlag Vauk Kiel KG.
- Van Tongeren F.W., Meijl H., Yves S. (2001). Global models applied to agricultural and trade policies: a review and assessment. *Agricultural Economics*, 26(2): 149-172.
- Zrakić, M. (2016). Model parcijalne ravnoteže ratarske proizvodnje u Hrvatskoj. Doktorska disertacija. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 2016.
- Zrakić M., Salputra G., Levak V. (2015): Potential impact of EU Common Agriculture Policy on Croatian dairy sector – modelling results. *Mljekarstvo*, 65(3): 195-202.

## Review of partial equilibrium models for agricultural market projections and impacts of policy changes with emphasis on AGMEMOD model

### Abstract

This paper presents a concise overview of the partial equilibrium models used in analyses of the agricultural sector, ie models used in modelling of outlooks and projections of agricultural markets and in measuring influence of policy changes on the same. The most commonly used partial equilibrium models at the world and EU level are presented, with special emphasis on AGMEMOD model. Input and output data are described, along with general structure of the AGMEMOD national model, as well as its connection to the EU 28 model.

**Key words:** economic models, partial equilibrium, AGMEMOD model

## Trendovi na tržištu mrkve u Republici Hrvatskoj

Ružica Lončarić<sup>1</sup>, Zrinka Tolušić<sup>1</sup>, Ines Farkaš<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (rloncaric@pfos.hr)

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, diplomski studij Povrčarstvo i cvjećarstvo, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Iako je proizvodnja povrća jedna je od najdohodovnijih grana poljoprivredne proizvodnje u Hrvatskoj, povrće se uzgaja na svega 1% obradivih površina. Proizvodnja mrkve u sladu je s negativnim trendovima u proizvodnji povrća u Republici Hrvatskoj. Cilj rada bio je na temelju analiziranih podataka o proizvodnji povrća i mrkve prikazati trendove u proizvodnji i vanjskotrgovinskoj razmjeni mrkve u Republici Hrvatskoj te dati prijedloge za poboljšanje stanja. U radu su korišteni podaci Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (FAOStat) o tržišnim pokazateljima u Europskoj uniji i Republici Hrvatskoj. Najveći proizvođači mrkve u EU u 2016. godini su Poljska (14,7 %), Velika Britanija (12,09 %), Njemačka (11,5 %), Nizozemska (10,7 %), Francuska (10,4 %) i Italija (9,5 %). Zadnjih desetak godina proizvodnja mrkve u RH stagnira i iznosi u prosjeku 10.588 t, a proizvodi se u prosjeku na 534 ha. Nepovoljni trend u proizvodnji odražava se i na negativnu vanjskotrgovinsku razmjenu mrkve, gdje izvoz čini samo 1,16 % izvoza mrkve. Povećanje proizvodnje mrkve i poboljšanje položaja proizvođača moguće je postići kroz ulaganje u razvoj, odnosno apliciranje zahtjeva za fondove Europske unije namijenjene modernizaciji proizvodnje, kao i udruživanje malih proizvođača u cilju boljeg pozicioniranja na tržištu.

**Ključne riječi:** mrkva, tržište, proizvodnja, vanjskotrgovinska razmjena, trend

### Uvod

Proizvodnja povrća jedna od najdohodovnijih grana poljoprivredne proizvodnje u Hrvatskoj, ali visoka porezna opterećenja, nedostatak poljoprivrednih zadruga i prostora za njihov rad, usitnjeni i isparcelirani posjedi, nedovoljne investicije, pojedine neadekvatne mjere agrarne politike u startu ruše konkurentnost naspram konkurencije iz EU i ostalih zemalja. Najveći dio povrća u Hrvatskoj proizvodi se na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima (70%), a samo 3% odnosi se na proizvodnju u zaštićenim prostorima (Đulabić, 2017.). U Republici Hrvatskoj, proizvodnja povrća odvija se na svega 1% obradivih površina (DZS, 2015.) odnosno na 8.837 ha. U razdoblju od 1992. godine do danas, površina zasijana pod povrćem smanjivala se kontinuirano do 1997. godine, nakon čega slijedi stagnacija. Negativni trendovi u proizvodnji i vanjskotrgovinskoj razmjeni povrća mogu se objasniti nepovoljnim odnosima cijena konačnog proizvoda i repromaterijala. Tako je prema analizi verižnih indeksa (2011.-2015.) cijena povrća prosječno pala za 7 %, dok su cijene repromaterijala rasle: sjeme i sadni materijal za 14 %, energija i mazivo za 24 %, a cijena gnojiva za 17 % (DZS, 2016.). Oplanić i sur. (2005.) tvrde da je za tržišno usmjerene proizvođače povrća razvoj dobra poslovna strategija. Od povrćarske proizvodnje kućanstva ostvaruju dohodak kojeg je intenzifikacijom proizvodnje moguće povećati. Povrčarstvo ima velike izgleda ako se bude povećala izvansezonska proizvodnja u zaštićenom prostoru (Radinović i sur., 2004) i uz uvjet primjene suvremenih tehnoloških rješenja (Oplanić i sur., 2003.).

Mrkva spada u korjenasto povrće bogato karotenoidima, flavonoidima, poliacetilenima, vitaminima, mineralima, koji imaju povoljan utjecaj na zdravlje (da Silva Dias, 2014.). Kina

je globalno je najveći svjetski proizvođač mrkve, koja proizvodi više od 17 milijuna tona godišnje. Potom slijede Uzbekistan, Rusija i SAD, svaki po 1,5 milijun tona godišnje proizvodnje. Porast svjetske proizvodnje mrkve na gotovo 40 milijuna tona može se povezati s povećanjem proizvodnje u Kini. Kineski izvoz povrća povećava se postupno, pogotovo smrznuto povrće, dehidrirano povrće i sušeno povrće koje ima značajne komparativne prednosti za tržište te doprinose stabilizaciji međunarodne trgovine (Li., S., 2013.).

Proizvodnja mrkve u EU stagnira u zadnjih deset godina. Prema podacima Eurostat-a, najveći su proizvođači u 2016. godini Poljska (14,7 %), Velika Britanija (12,09 %), Njemačka (11,5 %), Nizozemska (10,7 %), Francuska (10,4 %) i Italija (9,5 %).

Nažalost, proizvodnja mrkve u Republici Hrvatskoj u skladu je s negativnim trendovima u proizvodnji povrća. Zadnjih desetak godina (2005.-2014.) proizvodnja mrkve u RH stagnira i iznosi 10.588 tona i ostvaruje se u prosjeku na 534 ha.

Cilj rada bio je na temelju analiziranih podataka u proizvodnji povrća i mrkve prikazati trendove u proizvodnji i vanjskotrgovinskoj razmjeni mrkve u Republici Hrvatskoj te dati prijedloge za poboljšanje stanja.

### **Materijal i metode**

U radu su korišteni podaci FAOStat-a, Eurostat-a i DZS o površinama, prinosima, cijenama, uvozu i izvozu povrća i mrkve u Europskoj uniji i Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1992.-2013. Zbog korelacije bilo je potrebno osigurati potpune podatke za sve kategorije u potpunom razdoblju.

U radu je korištena metoda strukturne i kronološke analize promatranih podataka, kao i matematičko statističke metode (korelacija, standardna devijacija, trend). Dobiveni podaci objedinjeni su metodom sinteze.

### **Rezultati i rasprava**

U razdoblju od 1992. godine do 2013. godine, površina pod povrćem u prosjeku iznosila je 1.227 ha, s tim da u prvoj polovici razdoblja (1992.-2002.) iznosila je prosječno 1.460 ha, da bi u drugoj polovici razdoblja pala na 994 ha. Budući da podaci korišteni u radu datiraju do 2013. godine, nije razvidan utjecaj ulaska RH u EU na vanjskotrgovinske odnose, ali sudeći prema istraživanju Jámbor i Ehret-Berczi (2016.), vezano za iskustvo novih zemalja članica, ulazak u EU utjecao je na trgovinu poljoprivredno-prehrambenih proizvoda, uključujući i sektor povrća. Rezultati autora sugeriraju da je pristupanje EU povećalo vrijednost trgovinskih odnosa s EU, iako se uvoz povrća u novim zemljama članicama povećavao brže od izvoza povrća, ali trgovinska bilanca i dalje premašuje pretpriputne razine. I izvoz i uvoz koncentrirani su visoko od strane grupe proizvoda i trgovinskog partnera. U cjelini, rezultati potvrđuju da su otkrivene komparativne prednosti oslabile nakon pristupanja i da je velika većina proizvoda pokazala usporedni nedostatak nakon 2004. godine. Do sličnih rezultata došli su Lončarić i sur. (2017.) koji sugeriraju da se i izvoz i uvoz poljoprivrednih proizvoda Republike Hrvatske u zemlje EU značajno povećao u 2014. i 2015. godini u odnosu na razdoblje prije pristupanja EU. U isto vrijeme trgovinska razmjena sa zemljama CEFTA-e bilježi suprotne trendove, odnosno pad nakon 2013. godine zbog učinka skretanja trgovine u područje povoljnijih uvjeta razmjene, odnosno zemalja EU.

Kada je u pitanju struktura proizvodnje povrća u RH, mrkva se nalazi na šestom mjestu u 2015. godini s 11.589 t, a prednjači proizvodnja rajčice (39.6666 t), kupusa (36.413 t), luka (32.937 t), dinje i lubenice (17.774 t) te paprike (15.848 t).

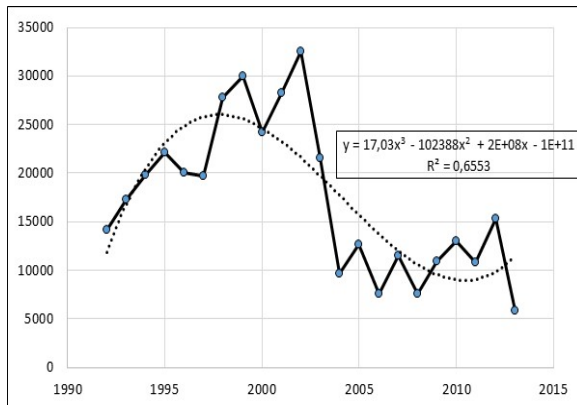
U tablici 1. prikazani su pokazatelji proizvodnje mrkve u Hrvatskoj i EU iz kojih je razvidno veliko odstupanje u svim promatranim činiteljima (SD), što govori o nestabilnosti proizvodnje mrkve te zaostajanje u postignutom prinosu (12,66 t/ha u RH u odnosu na 36,66 t/ha u EU). Prosječna zasijana površina u Hrvatskoj iznosi 1.932 ha, a proizvodnja 17.373 t. Hrvatska prosječno u promatranom periodu sudjeluje s 1,3 % u površinama, odnosno 0,3 % u proizvodnji mrkve Europske unije.

Tablica 1. Usporedni pokazatelji površina, prinosa i proizvodnje mrkve u EU i Republici Hrvatskoj (1992.-2013.)

	Europska unija		Republika Hrvatska			
	Površina (ha)	Prinos (t/ha)	Proizvodnja (t)	Površina (ha)	Prinos (t/ha)	Proizvodnja (t)
Max	161.129	44,05	5.985.626	3.723	29,70	32.474
Min	123.237	30,71	4.052.145	380	5,79	5.885
Average	141.152	36,66	5.164.169	1.932	12,66	17.373
SD	11.424	3,60	538.422	1.297	6,88	7.790

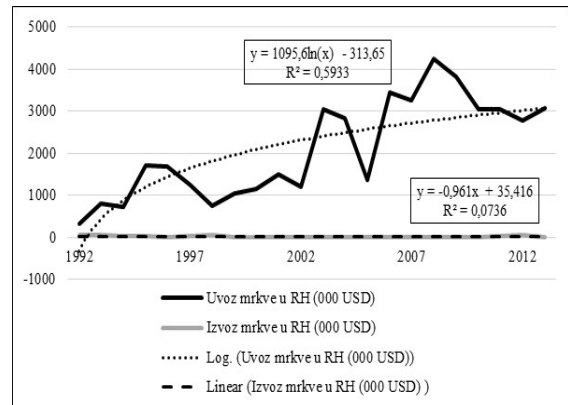
Izvor: FAOStat, 2017.

Kretanje proizvodnje mrkve od 1992-2013 ima trend povećanja do 2002. godine nakon čega slijedi pad i stagnacija (Grafikon 1.). Nepovoljan trend u proizvodnji odražava se i na negativnu vanjskotrgovinsku razmjenu mrkve, jer izvoz čini svega 1,16 % uzvoza mrkve. Kada bi se ovakav trend nastavio, koristeći formule s najpovoljnijim koeficijentom korelacije ( $R^2$ ), koji je prikazan u grafikonu 1. i 2., tada bi npr. proizvodnja u 2018. godini iznosila 7.045 t, izvoz svega 9 t, a uvoz bi porastao na 4.396 t, a u 2023. godini proizvodnja bi pala na 3.713 t, izvoz na 5 t, a uvoz bi porastao na 5.137 t. Veliki problem hrvatskih proizvođača predstavlja česti nedostatak vlage u periodu nicanja i debljanja korijena što se odražava na oscilacije u prinosima i proizvodnji te nemotiviranost proizvođača za proizvodnju ove tražene i profitabilne kulture (Tomić, 1976.).



Grafikon 1. Proizvodnja mrkve u RH 1992-2013 (t)

Izvor:FAOStat, 2017.



Grafikon 2. Uvoz/izvoz mrkve 1992-2013 (t)

Izvor: FAOStat, 2017.

Trendovi u proizvodnji i vanjskotrgovinskoj razmjeni povrća i mrkve u RH i EU analizirani su i korelacijskim vezama (Tablica 2.). Postoji dosta jakih ( $p < 0,05$ ) i vrlo jakih koelacijskih veza ( $p < 0,01$ ) između promatranih činitelja. Neke su veze logične i lako objašnjive (npr. povezanost između površina, prinosa i proizvodnje u EU i RH), dok su neke zanimljive kao npr. pozitivna korelacija između proizvodnje mrkve u EU i uvoza mrkve u RH i negativna

korelacija proizvodnje mrkve u EU s izvozom mrkve iz RH. Kada su u pitanju vanjskotrgovinski odnosi RH i EU, pozitivni su trendovi dokazani pozitivnom korelacijom ( $p < 0,01$ ) između uvoza i izvoza povrća iz EU s uvozom povrća u RH i obrnuto. Također, izvoz je mrkve iz EU u pozitivnoj korelaciji ( $p < 0,01$ ) s uvozom mrkve u RH. Do sličnih rezultata, ali vezano za poljoprivredno-prehrambene proizvode, došli su Čudina i Sušić (2013.) koji tvrde da pristupanje hrvatskog tržišta Europskoj uniji dovodi do uvoza jeftinijih prehrambenih proizvoda, ali i do gubitka dosadašnjih preferencijalnih tržišta koji se kompenziraju većim izvozom u zemlje članice i treće zemlje.

Tablica 2. Korelacija između pojedinih tržišnih parametara vezanih za povrće i mrkvu u EU i RH

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	1																			
2	**	1																		
3	**	**	1																	
4	-0,59	-0,51	*	1																
5	*	**	n.s.		1															
6	0,54	-0,60	**		**	1														
7	**	**	**	n.s.	*	**	1													
8	0,79	0,77	-0,62	n.s.	*	*	*	1												
9	n.s.	n.s.	-0,68	0,53	0,66	*	*	*	1											
10	**	**	**	n.s.	**	n.s.	1													
11	0,90	0,84	-0,60	n.s.	0,60	n.s.	*	*	*	1										
12	**	**	**	*	*	*	*	*	*	*	1									
13	0,89	0,86	-0,75	n.s.	0,76	0,48	0,92	*	*	*	*	1								
14	**	**	*	n.s.	**	*	*	*	*	*	*	*	1							
15	0,88	0,83	-0,74	n.s.	0,71	0,46	0,93	0,99	*	*	*	*	*	1						
16	n.s.	n.s.	0,79	n.s.	-0,65	-0,84	n.s.	-0,54	-0,52	*	*	*	*	*	1					
17	n.s.	n.s.	0,54	-0,56	n.s.	-0,67	n.s.	n.s.	n.s.	0,65	1									
18	**	**	**	n.s.	**	*	**	**	**	**	**	n.s.	1							
19	0,74	0,69	-0,76	n.s.	0,61	0,50	0,83	0,91	0,92	-0,62	n.s.	*	*	1						
20	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,54	*	1					
21	**	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	**	**	**	*	1				
22	-0,73	-0,69	0,64	n.s.	-0,54	n.s.	-0,86	-0,83	-0,84	n.s.	n.s.	-0,76	n.s.	*	*	1				
23	**	**	**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	1			
24	0,77	0,73	-0,69	n.s.	0,67	n.s.	0,78	0,83	0,82	n.s.	n.s.	0,65	n.s.	-0,86	*	*	1			
25	**	*	*	n.s.	*	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	**	*	**	*	*	*	1		
26	-0,59	-0,56	0,48	n.s.	n.s.	n.s.	-0,77	-0,67	-0,70	n.s.	n.s.	-0,69	n.s.	0,90	-0,56	*	*	1		
27	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	1	
28	**	*	**	*	*	*	*	*	*	*	*	**	*	*	*	*	*	*	*	1
29	0,66	0,56	0,78	n.s.	0,53	0,54	0,77	0,84	0,86	-0,67	n.s.	0,93	0,49	-0,72	0,64	-0,68	n.s.	n.s.	1	
30	n.s.	n.s.	0,48	-0,59	n.s.	-0,54	n.s.	n.s.	n.s.	0,67	0,65	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	1

1 – EU povrće uvoz; 2 – EU povrće izvoz; 3 – EU povrće površina; 4 – EU mrkva površina; 5 – EU mrkva priros; 6 – EU mrkva proizvodnja; 7 – EU mrkva cijena; 8 – EU mrkva uvoz; 9 – EU mrkva izvoz, 10 – RH obradiva površina; 11 RH povrće površina; 12 – RH povrće uvoz; 13 – RH povrće izvoz, 14 –RH mrkva površina; 15 – RH mrkva priros; 16 – mrkva proizvodnja; 17 – RH mrkva cijena; 18 – RH mrkva uvoz; 19 – RH mrkva izvoz

\*\*  $P < 0,01$ ,  $r > 0,456$ ; \*  $P < 0,05$ ,  $r > 0,575$ ;  $N = 19$ ;  $df = N - 2$

## Zaključak

Rezultati istraživanja tržišnih parametara proizvodnje i vanjskotrgovinske razmjene mrkve upućuju na lošu situaciju koja implicira velike oscilacije u proizvodnji mrkve u Republici Hrvatskoj, zaostajanje u prinosima u odnosu na zemlje Europske unije te vrlo nepovoljan odnos vanjskotrgovinske razmjene (pokrivenost uvoza izvozom iznosi svega 1,16 %). Neki su od problema hrvatskih proizvođača mrkve nestalna potražnja koju potencira veliki uvoz, oscilacije cijena, dugi period naplate potraživanja, veliki zahtjevi otkupljivača (količina, kvalitativni kriteriji), nedovoljni kapaciteti za navodnjavanje te kvalitetno čuvanje povrća. Neka od rješenja su ulaganje u razvoj, apliciranje zahtjeva za fondove Europske unije namijenjene modernizaciji proizvodnje (mehanizacija, sustavi za navodnjavanje, skladišni

kapaciteti, prerada, pakiranje) kao i udruživanje malih proizvođača u cilju boljeg pozicioniranja na tržištu kako bi se lakše ostvarili zahtjevi velikih otkupljivača po pitanju količine i kvalitete, ali i ostvarile povoljnije cijene repromaterijala u cilju poboljšanja konkurentnosti.

### Napomena

Rad je proizašao iz diplomskog rada „Odnos ponude i potražnje mrkve u Republici Hrvatskoj“ autorice Ines Farkaš, studentice diplomskog sveučilišnog studija Povrčarstvo i cvjećarstvo na Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

### Literatura

- Čudina, A., Sušić, G. (2013). The impact of Croatia's accession to the EU on economic relations with the CEFTA countries. *Ekonomski pregled*. 64 (4): 376-396.
- Da Silva Dias, J.C. (2014). Nutritional and Health Benefits of Carrots and Their Seed Extracts. *Food and Nutrition Sciences*. Vol.05 No.22: 2147-2156.
- Državni zavod za statistiku (2015): <http://dzs.hr>.
- Đulabić, I. (2017). Trend proizvodnje povrća u RH. Završni rad. Sveučilište u Splitu. Ekonomski fakultet. Split.: 48. Raspoloživo: [https://repozitorij.efst.unist.hr/islandora/\(2.11.2017.\)](https://repozitorij.efst.unist.hr/islandora/(2.11.2017.))
- Eurostat (2017). Raspoloživo. <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database/> (8.11.2017.)
- FaoStat (2017). Raspoloživo: <http://faostat.fao.org/> (8.11.2017.)
- Jámbor, A. and Ehret-Berczi, I. (2016). Comparative advantages and EU accession: the case of the NMS vegetables sector. *Acta Hort. (ISHS)* 1132: 65-72.
- Li., Sh. (2013). Research on the Vegetable Trade Current Situation and Its Trade Competitiveness in China. *International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture*: 414-422.
- Lončarić, R., Jelić, S., Tolušić, Z. (2017). Joining EU: Reflections on Croatian food foreign trade relations. *European Scientific Journal*. May 2017./Special edition: 1-12.
- Oplanić, M., Ban, D., Ilak Peršurić, A. (2003): Ekonomska analiza proizvodnje rajčice i salate u različitim sustavima gospodarenja. *Zbornik priopćenja s 38. Znanstvenog skupa hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem*. Opatija: 7-10.
- Oplanić, M., Radinović, S., Ban, D. (2005). Povećanje dohotka u povrćarskoj proizvodnji na obiteljskim gospodarstvima Istre. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*. Vol.67 No.1: 55 -56.
- Radinović, S., Par, V, Gugić, J. (2004): Socioekonomski procesi u obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima Dalmacije. *Društvena istraživanja* 4-5: 825-842.
- Tomić, F. (1976): Utjecaj navodnjavanja i oblaganja sjemena na prinos mrkve. *Poljoprivredna znanstvena smotra*. Vol. 36 (46):197-210.

## Trends on carrot's market in Republic of Croatia

### Abstract

Although vegetable production is one of the most profitable branches of agricultural production in Croatia, it takes place in only 1% of arable land. The production of carrots in the Republic of Croatia is in lined with negative trends in vegetable production. The aim of the paper was to present the trends in production and foreign trade of carrots in the Republic of Croatia based on analyzed data in the production of vegetables and carrots, as well as to provide suggestions for improving the situation. The paper is mainly based on FAOSTAT data for market indicators in the EU and the Republic of Croatia. In the last decade (2005-2014), carrot production in Croatia has stagnated and amounts to an average of 10.588 tonnes, along with being produced on an average of 534 ha with a significant decreasing trend. The unfavorable trend in production is also reflected in the negative foreign trade of carrots, where exports are involved with an average of only 1.16% of carrot exports. Some of the solutions for improving the position of producers is investing in the development, that is application to EU funds for the production modernization, as well as the association of small producers in order to achieve a better market position.

**Key words:** carrot, market, production, foreign trade exchange, trend

## Primjena kvalitativnog metodološkog okvira za ocjenu ekološke poljoprivrede

Tihana Sudarić<sup>1</sup>, Andrea Galić<sup>2</sup>, Ante Bubalo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of J.J.Strossmayer in Osijek, Department for Agroecconomics, Vladimira Preloga 1, Osijek, Republika Hrvatska

<sup>2</sup>University of J.J.Strossmayer in Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek, Republika Hrvatska, studenti diplomskog studija Agroekonomika i diplomskog studija Ekološka poljoprivreda

### Sažetak

Ekološka poljoprivreda je sustav upravljanja gospodarstvom i proizvodnjom hrane koja doprinosi povećanju zdravstvene sigurnosti kao i kvalitete poljoprivrednog prehrambenih proizvoda, primjenom načela socijalne i ekološke održivosti ruralnih područja. Stoga je cilj ovog rada istražiti značaj i buduće perspektive razvoja ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj. U radu je primijenjen kvalitativni metodološki okvir (*Porterov model konkurentskih snaga*) kojim se analizira razvoj ekološke poljoprivrede sa stajališta globalnog okruženja i koncept iskustvene metodologije sa stajališta potrošača (*Ekonomija doživljaja*). Kroz Porterov model konkurentskih snaga identificiran je umjeren i visok utjecaj konkurenata, kupaca, dobavljača, supstituta kao i barijera ulaska u ekološku proizvodnju. To je argumentirano niskim udjelom ekološke poljoprivrede (6,07%, MP, 2016.) na nacionalnom nivou, što je neopravdano u odnosu na hrvatske mogućnosti u uvjetima rastuće potražnje i potrošnje ekoloških proizvoda.

**Ključne riječi:** ekološka poljoprivreda, Porterov model konkurentskih snaga, ekonomija doživljaja

### Uvod

Prema podacima IFOA (*International Federation of Organic Agriculture Movement*), ekološka proizvodnja definira se kao proizvodni sustav koji se brine o stanju i zdravlju tla, ljudi i ekosustava. Ovakav se sustav oslanja na biološku raznolikost određenog staništa kao i na prirodne procese koji su prilagođeni lokalnim mikroklimatskim uvjetima. Ekološka poljoprivreda u procesima proizvodnje kombinira tradiciju i iskustva prijašnjih generacija sa znanosti i inovativnosti. Ovakvim procesom proizvodnje dobiva se zdravija hrana sa znatno manjim negativnim utjecajem na okoliš. Ekološka poljoprivreda ima načela, metode i holističke ciljeve, kojima su obuhvaćene mjere i metode od obrade tla i uzgoja bilja i životinja, do socijalnog i intelektualnog položaja poljoprivrednika u društvu (*Puđak i Bokan, 2011.*) Kroz proteklih nekoliko desetljeća tržište ekoloških proizvoda doživljava veliku ekspanziju što se može pripisati buđenju svijesti potrošača i trendova. Sve veći broj gospodarstava u svijetu prelazi na ekološki (organski) način proizvodnje kako bi se zadovoljile želje potrošača te tako ostvarila dobit. Potrošačima je sve jasnije da konvencionalna poljoprivredna proizvodnja nije održiva te da se sa takvom proizvodnjom sve veći pritisak stavlja na ekosustave upotrebom agrokemikalija i pesticida, što dovodi do onečišćenja i/ili potpunog uništenja cijelih ekosustava. Uz to dolazi do deagrarizacije i deruralizacije, što utječe na demografsku nestabilnost ruralnog prostora (*Pejnović i sur., 2012.*). Kroz proteklih nekoliko desetljeća u Republici Hrvatskoj se bilježi porast osnivanja ekoloških poljoprivrednih gospodarstava kao i ukupnih površina pod

ekološkom proizvodnjom, tako se od 2007.-2016. godine udio površine pod ekološkom proizvodnjom povećao za 5,44 % (MP, 2016.). Prostorna distribucija broja ekoloških gospodarstava prilično je neravnomjerna. Tako je prema istraživanju (Pejnović i sur., 2012.) više od trećine ukupnog broja ekoloških proizvođača bilo koncentrirano u tri kontinentalne županije: Osječko-baranjskoj (73), Zagrebačkoj (49) i Bjelovarsko-bilogorskoj (45), dok u Dubrovačko-neretvanskoj županiji nije registrirano nijedno takvo gospodarstvo. Problem je i što većina ekoloških gospodarstava u Republici Hrvatskoj ne raspolaže dovoljnim poljoprivrednim površinama za ekološku proizvodnju. Nešto više od četvrtine obrađuje zemlju u zakupu, a čak natpolovični broj iskazuje potrebu za dodatnim poljoprivrednim površinama. Najvećim problemima u ekološkoj proizvodnji smatra se neorganizirano tržište, plasiranje gotovog proizvoda te nedovoljno razvijena svijest (Pejnović i sur., 2012). Ipak, Republika Hrvatska ima ogroman potencijal za razvoj ekološke poljoprivrede zbog svojih čistih i plodnih tala te povoljnih klimatskih uvjeta ali je njezina konkurentnost ne samo u europskom kontekstu već i u nacionalnim okvirima uvelike nezadovoljavajuća.

### Materijal i metode

U radu su korišteni podaci domaće i inozemne literature vezane za stanje ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj te metodološki okvir iz iskustvene metodologije (*Pine, J., Gilmore, J., 1999.*), koji definira 4E model (*entertainment, escape, education, esthetic*) koji je primijenjen na razvoj ekološke poljoprivrede sa stajališta potrošača. Prilikom analize podataka sa stajališta proizvođača korišten je Porterov model konkurentskih snaga koji komparira jačinu pojedinih utjecaja gdje nizak intenzitet definira i objašnjava dugoročnu atraktivnost i perspektive ekološke poljoprivrede.

### Rezultati i rasprava

U radu su provedene dvije analize, sa makro i mikro aspekta, odnosno sa stajališta globalnog okruženja i sa stajališta potrošača. Porterova analiza odnosno analiza industrije identificira i vrednuje utjecaj pet sila: konkurenata, kupaca, dobavljača, supstituta i novih sudionika, kako je prikazano u tablici 1. Svaka od ovih sila pritišće proizvod, subjekt ili promatranu djelatnost različitom snagom i intenzitetom (*Kristić i Zmaić, 2012.*). Kod ove vrste analize, važno je postojanje utjecaja (+ ili -) te kvantificirana intenzitet odnosno važnost utjecaja (1-9), gdje je niska razina utjecaja označena sa 1-3, srednja razina od 4-6, te visok utjecaj sa 7-9.

Tablica 1: Porterova analiza ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj

Utjecaj	Razina i intenzitet utjecaja		
	Niska	Srednja	Visoka
Barijere			+ (8)
Postojeći konkurenti			+ (7)
Novi konkurenti		+ (6)	
Pregovaračka moć dobavljača		+ (5)	
Pregovaračka moć kupaca		+ (4)	
Supstituti	+ (2)		

Izvor: analizu Porterovog modela izradili autori prema metodološkom okviru

Barijere ulaska novih sudionika u ekološku proizvodnju su velike jer se moraju zadovoljiti zakonodavni uvjeti, odnosno certifikati koje proizvođači moraju imati. Karakteristike proizvoda koji nose eko znak podrazumijevaju proizvodnju po točno utvrđenim pravilima, okolišno neškodljivu i društveno odgovornu. Na neki način eko znak oblikuje identitet ekološkog proizvoda i prije no što se započne s njegovom promocijom i provođenjem marketinške aktivnosti (Pugelnik i sur., 2017). Procedure stjecanja certifikata su dugotrajne



i zahtjevne, što predstavlja i najveću barijeru za proizvođače. Zbog zahtjevne procedure certificiranja javlja se nelojalna konkurencija koja se predstavlja kao „eko“ proizvođač i može, ali ne legalno biti u funkciji supstituta jer zapravo ne posjeduje valjan certifikat, ali kao takav nudi zamjenski proizvod na tržištu.

Utjecaj konkurenata može biti postojeći, dok utjecaj novih konkurenata može biti značajan, posebno inozemnih. Postojeći konkurenti imaju veliki utjecaj te su već zastupljeni na pojedinim tržištima i prepoznati od strane potrošača. Tržište Republike Hrvatske je još uvijek nedovoljno zastupljeno domaćim ekološkim proizvođačima, te je pregovaračka moć kupaca kao i dobavljača umjerena. Potrošači su postali sve više osjetljiviji na stanje u okolišu i sve se više brinu o vlastitom zdravlju. To se očituje kroz njihove preferencije, stavove i želje za kupnju i konzumaciju ekoloških proizvoda (Seretinek, 2017.). Promjenama u društvu (viši životni standardi, viši stupnjevi obrazovanja i sl.) uočavaju se i promjene u strukturi potražnje proizvoda i usluga, te dolazi do prijelaza iz ekonomije usluga u ekonomiju doživljaja. Prema iskustvenoj ekonomiji emocije imaju bitnu ulogu u ljudskom životu. Emocionalna vrijednost može utjecati na ekonomsku vrijednost, odnosno vrijednost osjećaja izražena novčano kada kupac doživi pozitivno iskustvo od nekog proizvoda ili usluge (Sudarić, 2017.). Najčešći motivi za kupnju ekoloških proizvoda su briga za zdravlje i okoliš, dobrobit životinja, doprinos regionalnom razvoju, bolji uvjeti života za poljoprivrednike te sigurnost i ukus samog proizvoda. Znači, svaki taj motiv povezan je sa nekim osjećajem koji je izazvan kod kupca da kupac stvarno taj proizvod i kupi (Galić, 2017.). Nužno je, dakle, stvoriti vezu između kupca i branda, odnosno proizvoda, a to se može postići buđenjem osjećaja kod kupca što će rezultirati stvaranjem lojalnosti i povjerenja prema proizvodu, tj. brandu (Kocijan, 2017). Vrijednost branda proizvoda iz ekološke proizvodnje čini dodatnu vrijednost proizvodu. Ta dodatna vrijednost je ono o čemu potrošači razmišljaju, osjećaji koje se potiču kod potrošača i način na koji se ponašaju (Salai i sur., 2014.). Pine i Gilmore (1999.) definirali su model 4E (entertainment, escape, education, esthetic) koji uključuje četiri područja kroz koja možemo utjecati na razvoj ekološke poljoprivrede kroz iskustvenu ekonomiju (Slika 1.).

Slika 1: Prilike za razvoj ekološke poljoprivrede kroz 4 područja iskustva

<p style="text-align: center;"><b>EDUKACIJA</b></p> <p>Informiranje ljudi kroz odgovarajuće marketinške aktivnosti</p> <p>Prihvatanje eko proizvoda-promjena svijesti o zdravlju, okolišu</p> <p style="text-align: center;">Certificirani ekološki proizvodi</p>	<p style="text-align: center;"><b>ZABAVA</b></p> <p>Izleti i sudjelovanja na ekološkim gospodarstvima, sajmovi, radionice</p> <p style="text-align: center;">Prenošenje iskustva drugima</p>
<p style="text-align: center;"><b>ESTETIKA</b></p> <p>Zaštita okoliša, smanjenje agrokemikalija, održivi ekosustav</p>	<p style="text-align: center;"><b>BIJEG</b></p> <p>Stvaranje emocija kroz prisjećanje prošlih vremena, Kvaliteta proizvoda</p>

Izvor: Pine i Gilmore (1999.)

*Utjecaj zabave* podrazumijeva direktno uključivanje potencijalnih potrošača kao što je organiziranje školskih izleta, poslovnih sastanaka, druženje umirovljenika na

gospodarstvima gdje će se posjetitelji upoznati sa ekološkom proizvodnjom, te pogodnostima koje nude ekološki proizvodi (zdravlje, očuvanje okoliša i slično). Provedenim vremenom u prirodnom okruženju i ugodnom atmosferom, svijest posjetitelja će lakše prihvatiti ekološke proizvode uključivanjem i poimanjem vrijednosti o samoj proizvodnji, što će u konačnici može utjecati na kupovinu ekološkog proizvoda.

*Utjecaj edukacije* se odnosi na aktivno sudjelovanje posjetitelja, odnosno kroz edukacije i radionice povezane sa značajem ekološke poljoprivrede, utjecaj promotivnih aktivnosti (letci, plakati, video clip, mediji, društvene mreže, web portali). Edukacija se ne mora provoditi isključivo na poljoprivrednim gospodarstvima, već i u javnim ustanovama (škole, bolnice, vrtići, fakulteti, domovi zdravlja i slično), privatnim ili slobodnim prostorima.

*Utjecaj divljenja (bijega)* u ekološkoj poljoprivredi je povezan sa prirodom, okolišem, biljkama, životinjama, tradicijom, kulturom i slično. Doživljaji u području divljenja odnose se na aktivno sudjelovanje (divljenje) koja uključuje posebnu mentalnu pažnju. Naglašavajući važnost očuvanja okoliša od onečišćenja uzrokovanih konvencionalnom proizvodnjom, održavanja ravnoteže ekosustava i slično, utječemo na svijest ljudi koji će više pažnje posvetiti ekološkoj proizvodnji. Kroz područje bijega možemo mijenjati svijest kod npr. starije populacije, kod kojih će se probuditi sjećanja iz prošlosti kroz razne oblike ekološke proizvodnje, što može izazvati emociju za kupnju i potrošnju proizvoda. Nostalgija se može izazvati kod različitih posjetitelja i na različite načine.

*Utjecaj estetike* uključuje pasivno sudjelovanje. Korisnik ovdje primjećuje i vrednuje detalje koje su samo njemu važni, a također mogu biti povezane sa prirodnim ljepotama, wellness oazama, biljkama, životinjama ili pak kulturnim, povijesnim ili vjerskim znamenitostima. U ovom slučaju ne postoje jasne granice između područja, te se ponekad neki događaji kombiniraju ili čak poistovjećuju.

Kvalitetna informiranost i promotivne aktivnosti o značaju ekološke poljoprivrede kroz model iskustvene ekonomije može utjecati na svijest potrošača što će utjecati i na ukupnu ekološku proizvodnju u Republici Hrvatskoj. U ponekim razvijenim zemljama zastupljenost ekološke proizvodnje je 33% te je cjenovni disparitet s razvojem ekonomskog obujma proizvodnje smanjen, odnosno cjenovna razlika između ekoloških i onih koji to nisu je smanjena ([http://www.ifoam-eu.org/sites/default/files/ifoameu\\_organic\\_in\\_europe\\_2016.pdf](http://www.ifoam-eu.org/sites/default/files/ifoameu_organic_in_europe_2016.pdf)).

## Zaključak

Republika Hrvatskoj bilježi blagi porast površina pod ekološkom proizvodnjom (5,44%) u razdoblju od 2007.-2016. godine. Kroz Porterov model konkurentskih snaga identificirao se umjeren i visok utjecaj konkurenata, kupaca, dobavljača, supstituta kao i barijera ulaska u ekološku proizvodnju, što je i argumentirano niskim udjelom ekološke poljoprivrede (6,07%) na nacionalnom nivou. Ova analiza naglašava nedovoljnu atraktivnost ove proizvodnje s obzirom na identificirane utjecaje. Jedna od bitnih karika u lancu društvene reprodukcije su potrošači, odnosno njihove želje i potrebe. Naglasak u ekonomiji doživljaja se upravo stavlja na potrošača. Potrebno je utjecati na svijest potrošača o zdravlju vlastite obitelji, dugoročnog onečišćenja i potpunog uništenja cijelih ekosustava. Djelovanjem ekonomije doživljaja u ekološkoj proizvodnji kao i potrošnji kroz direktno ili indirektno uključivanje potrošača te (kroz razvoj svijesti o vrijednosti i utjecaju ekološke poljoprivrede) značajno će utjecati na veću potražnju za ekološkim proizvodima, a time i na sustave poljoprivredne proizvodnje.

## Literatura

- Galić, A.; (2017.): Uloga marketinga u iskustvenoj ekonomiji, Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek
- Swinnen, J. i sur. (2012): The Experience Economy as the Future for European Agriculture and Food, LICOS, University of Leuven (KU Leuven), Leuven, Belgium, 29-45.
- Kocijan, S.: (2017): Emocije kao čimbenik ponašanja potrošača, Diplomski rad, Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Varaždin
- Kristić, J., Zmaić, K. (2012). Kompetitivna analiza proizvoda ruralnog turizma. u: knjiga sažetaka, III. međunarodni kongres o ruralnom turizmu „Ruralni turizam – pokretač održivog razvoja“, Katica, D. i Demonja, D. (ur.), Klub članova „Selo“ i Institut za međunarodne odnose, Zagreb, Hrvatska 112-113. Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske, 2016. <http://www.mps.hr/hr/poljoprivreda-i-ruralni-razvoj/poljoprivreda/ekoloska>
- Pejnović, D i sur. (2012.): Ekološka poljoprivreda Hrvatske: problemi i mogućnosti razvoja <http://hrcak.srce.hr/86477> , 141-159.
- Pine II, B. J. and Gilmore, J.H. (1999): The Experience Economy: Work is Theatre and EveryBusiness is a Stage. Harvard Business School Press, Boston Massachusetts
- Pugelnik, I. i sur. (2016): Marketing kao čimbenik povećanja konkurentnosti ekološke proizvodnje u Republici Hrvatskoj, Proceedings of the 52th Croatian and 12th International Symposium on Agriculture Osijek, Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, 164-169.
- Puđak, J., Bokan, N.(2011.): Ekološka poljoprivreda – indikator društvenih vrednota, Sociologija i prostor: časopis za istraživanje prostornoga i sociokulturnoga razvoja, [http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=111225](http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=111225), Vol.49 No.2 (190): 137-163.
- Salai, S. i sur. (2014): Strategija nastupa i kreiranje brenda proizvoda iz organske proizvodnje, Putokazi, časopis Fakulteta društvenih znanosti dr. Milenka Brkića, Sveučilište/Univerzitet Hercegovina [www.fdzmb.org/putokazi](http://www.fdzmb.org/putokazi); 25-36.
- Seretinek, M., (2017.): Stavovi i ponašanje potrošača kao kupaca ekoloških proizvoda, Diplomski rad, Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Zadar
- Sudarić, T. (2017): Istraživanje kupaca u ruralnom turizmu s aspekta ekonomije doživljaja, u Monografiji: Kupovno ponašanje turista, Sveučilište Jurja Dobrile, Fakultet ekonomije i turizma „Dr.Mijo Mirković“, Pula, 129-137.
- Sudarić, T. i sur. (2013): Ekonomija doživljaja u ruralnom turizmu, u zborniku radova Lončarić, Z., Marić S. (ur.): Proceedings of the 48th Croatian and 8th International Symposium on Agriculture Osijek, Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek; 215-218.

## Application of the Qualitative Methodological Framework for Organic Agriculture

### Abstract

Organic agriculture is food production system that contributes to the increasing health safety as well as the quality of agricultural food products, applying the principle of social and environmental sustainability of rural areas. Therefore, the aim of this paper is to explore the significance and future perspectives of organic agriculture development in the Republic of Croatia. The qualitative methodological framework (Porter's five forces analysis) has been applied in this paper, which analyses the development of organic agriculture from the global point of view (production) and the concept of Experience economy from consumer's point of view. Through Porter's five forces analysis high and medium impact of competitors, customers, suppliers, substitutes and barriers to organic production has been identified. This is confirmed by the low share of organic agriculture (6.07%) at national level - which is unjustified in relation to Croatian opportunities in the conditions of rising demand and consumption of organic products.

**Key words:** organic agriculture, Porter's five forces analysis, Experience economy

## Italian vs Croatian cooperative system

Tihana Sudarić<sup>1</sup>, Krunoslav Zmaić<sup>1</sup>, Paola Paoloni<sup>2</sup>, Marco Valeri<sup>2</sup>, Dominik Bokun<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*University of J.J.Strossmayer in Osijek, Department for Agroecconomics, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (stihana@pfos.hr)*

<sup>2</sup>*University of Niccolò Cusano in Roma, Faculty of Economics, Via Don Carlo Gnocchi, 3, Roma, Italy*

<sup>3</sup>*University of J.J.Strossmayer in Osijek, Department for Agroecconomics, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, postgraduate doctoral student of Agroecconomics*

### Abstract

The aim of this paper is to research legislation, taxes and subvention system of Italian and Croatian cooperatives as well as to compare economic efficiency through individual and aggregate importance of cooperatives. In this paper secondary data source were used, scientific and expert references, policy documents of relevant institutions, laws and strategies. Croatian and Italian cooperative system have different effect on the economy which is identified through basic indicators of cooperative development in both countries. Italy is having more favorable economic indicators in cooperative share in GDP (8,5 vs 0,5), cooperative employees in the total labor force (10,9 vs 0,16), cooperative member in the total population (16,2 vs 1,15), average cooperative employees per cooperative (6,5 vs 2,36), average members per cooperative (230 vs 16) etc. Agricultural cooperatives dominate in the Croatian cooperative sector (40,7), but in comparison with other EU member cooperatives they achieved marginal business results in the production, sale and turnover of agricultural products and compared with Italy (6,3% of agricultural cooperative in total cooperative number) the most significant in recent years are the social cooperatives what is especially important in crisis. In order to achieve better economic affect through cooperative system Croatia should adopt changes in law regulation, better organization of support center and development of cooperative banking association.

**Key words:** cooperatives, development, employment, laws, Italy, Croatia

### Introduction

Today cooperatives have a special role and importance in all sectors of the global economy because they are not only implement in production like business owners or workers who are also consumers as well (*Sudarić, Zmaić, Tolić, 2017*). What distinguishes them from other companies are the cooperative principles (voluntary and open membership, democratic member control, member's economy participation, autonomy and independence, education, training and information, cooperative among cooperatives, concern for community) and the fact that they emphasize not only the profit role but also the social dimension of well-being.

### Materials and methods

The aim of this paper is to compare development and effect of cooperative system in Croatia and Italy by analyzing database of the State Statistics Institute, the Ministry of Agriculture, the Agency for payment in agriculture, Croatian Agricultural Chamber and give new perspectives in cooperatives via basic indicators: total number of cooperative, number of cooperative members, number of employees, average members per cooperative, average of

cooperative employees per cooperative, cooperative member share in the total population, share of cooperative employees in the total labour force, share of cooperative employees in the total employed, share of cooperatives in GDP etc.

## Results and discussion

Croatian cooperative tradition of 160 years has passed different periods and turbulent development. The last law regulations (2014) require a minimum of 7 members of the cooperative (as well as a membership stake of 140 euro). The Croatian Center for Cooperative Entrepreneurship (HCZP) is a public institution that represents and coordinates the interests of cooperatives, monitors and analyzes data in the field of cooperatives, proposes measures for its improvement, provides expert assistance to cooperatives and cooperative alliances, organizes and conducts training and consulting in the field of cooperatives regulated by the Law on Cooperatives (Official Gazette No. 34/11, 125/13 and 76/14) and the Statute of the Center (Official Gazette 133/14).

Table 1. Basic indicators of cooperative development in Croatia, Italy and EU (2015)

Cooperatives	Croatia	Italy	EU
Total number of cooperative	1.302	79.487	250 000
Agricultural cooperatives	531	5.000	35 million
Total number of cooperative members	21.462	12 million	163 million
Number of employees	2.744	1.257.213	5,4 million
Average members per cooperative	16	230	652
Average of cooperative employees per cooperative	2,36	6,5	21,6
Cooperative member share in the total population (%)	1,15	16,2	32,4
Share of cooperative employees in the total labour force (%)	0,16	10,9	2,2
Share of cooperative employees in the total employed (%)	0,20	5	2,5
Share of cooperatives in GDP	0,5	8.5	-

Source: work of an author according to the Croatian Centre for Cooperative Entrepreneurship (Annual report of the cooperative enterprise, 2016); FINA (2012), EUROSTAT data (2015), EURICSE data (2015), INPS data (2015).

By combining the various available sources, it is possible to estimate the number of active cooperatives in Italy. In 2015 there were 79.487 cooperatives, 376 cooperative banks and 1.904 consortia generated a production value of 90.7 billion euro per year (*Borzaga, Carini and Zandonai, 2015*). The cooperative value is higher than any Italian, public or private company, almost three times for example than the largest Italian private company Fiat. The cooperatives in Italy have 8.5% of gross domestic product.

Overall, the contribution of cooperation employment in Italy according to Census data is 10.9% of the total number of work positions and 6,5% is average employees per cooperative. But in Croatia, 58% of the total number of cooperatives does not have any employees, while 42% of cooperatives have one or more employees and generate 95% of the total income of all cooperatives (*Stanojević, 2015*). It is very important for Croatia to increase employment through cooperatives that is very low (2,36) in order to increase professionalism and economic success of the cooperatives, as well as economy in the whole.

Laws in Croatia does not recognize the cooperative that combines economic and social interests of its members whose aim is to realize the benefit of the local community in which

the cooperative operates. According to Stanojević (2015), the establishment of a cooperatives and its business must be an expression of the common interests of its members. Otherwise, it is precisely the situation that Croatian cooperative have large number of cooperatives that have no economic activity and cooperatives that are not involved in the work of the cooperative.

Although cooperative laws and subventions systems increasingly recognize cooperatives, this is not enough on the incentive basis and the appropriate organization, namely:

- cooperatives in Croatia have a reinvestment obligation of 20%, which is also not recognized as tax allowance under the applicable Income Tax Act (Official Gazette 177/04, 90/05, 57/06, 146/08, 80/10, 22/12, 148/13 and 143/14), while the companies on the reinvested profit are free of this tax (Cooperative Act, NN 34/11, 125/13 and 76/14).
- during bankruptcy or liquidation proceedings, all cooperative assets can not be distributed to cooperatives but remain in the hands of local self-government units that take over this property and transfer it to an existing or newly established cooperative planned to deal with the same or similar activity (Cooperative Law, NN 34 / 2011, Article 47).
- the banking sector has absolutely no understanding of the cooperative sector, so it is often the case that the guarantees for the business loans of the bank cooperatives require the guarantees of individual cooperatives on their private property.
- the Act on Employment Mediation and Unemployment Rights (OG 80/08, 94/09, 121/10, 25/12, 118/12, 12/13 and 153/13) provides that the Employment Service hold a person employed in the records like a member of a cooperative, which makes it difficult. It actually disables the establishment of consumer cooperatives in which cooperatives do not work, but only use cooperative services.
- there is no Local office for cooperatives that has direct responsibility for issues of social economy and cooperatives under Government.

Agricultural cooperatives dominate in the Croatian cooperative sector (*Sudarić, Zmaić, Sinković, 2011*), but in comparison with other EU member cooperatives they achieved marginal business results in the production, sale and turnover of agricultural products. Although Croatian cooperative legislation is regulated by EU standards, fiscal and institutional support is unsuitable for the qualitative promotion of agricultural cooperatives development. It is necessary to establish a cooperative audit for controlling the accuracy of the joint business activity by applying cooperative principles and, accordingly, encourage cooperative entrepreneurship through various tax reliefs. Resolving the policy of double taxation for cooperative members would be supportive for the overall development of Croatian agricultural and cooperative movement to the original cooperative physiognomy which is presented in most developed world countries. Stronger development of agricultural cooperatives would positively influence the development of agriculture, rural areas and the overall Croatian economy (*Nedanov, Žutinić, Mihić, 2015*).

A large percentage of cooperatives in Croatia (28%) did not submit an obligated annual report (GFI). Furthermore, cooperative total income shows that only 15% of cooperatives (180 cooperatives) have revenues of 140 000 euro and participate in the amount of 92% of total revenue of cooperative sector (HCZP).

According to Census data, between 2001 and 2011, active cooperatives in Italy grew up by 15%, against 8.5% increase in total businesses. During the same period, number of employees in cooperative enterprises increased by 22.7% vs 4.3% in total companies. In

other words, the 750.849 more employees registered in private companies between 2001 and 2011, 222.367 - so almost the third (29.6%) - had found work in a cooperative. The contribution of co-operation to the employment is even more important if it is considered that in the same period investors in public institutions have even declined. Overall employment has risen in the decade of only 539,262 units (*Legacoop Research Center, 2013*).

Social co-operation in Italy, at least until the end of 2013, has helped the crisis and helped prevent the reduction of public resources allocated to social services. But it has also diversified its activities, working more and more in the fields of education, cultural and sports activities, in non-socio-sanitary services in general and in activities other than those with predominant public funding.

The Italy also introduce important reforming measures for the Italian credit cooperative banks – Bank Cooperative Credit (BCC), with the aim of eliminating structural weaknesses in the cooperative banking system. Interest rate in BCC is much lower and more favorable than commercial banks especially for introduced innovation loans.

## **Conclusion**

Cooperatives are resistant to a variety of socio-political organization and they adjust easier to market changes in Croatia and Italy as well. The development of cooperatives is also significant in the international context and partnership between Italian and Croatian cooperative (and many other countries) and their business can contribute to the local but also to the national economy.

The Italian cooperative system has reached the economic and employment significance after more than twenty years of continuous growth and even the economy crisis in 2008 did not interrupt this.

Croatian cooperatives are very uncertain and unstable because it is very difficult to survive without adequate internal and external infrastructure and incentives (*Sudarić, Zmaić, Lončarić, 2013*). Croatia is not in the same situation as Italy but mutually appropriate project co-operation could benefit to the both countries.

The following steps in Croatian cooperative could primarily be reflected on:

- the development of a Local cooperative center - which could affect on the recognizability of Croatian cooperative productions and distribution,
- the development of a cooperative banking association – helping cooperatives in financing in order to make their product competitive in national and international frameworks, and what is prone as well,
- to do formal and informal methods how to affect on law regulation changes in the Croatian cooperative society.

Namely, the analysis of the financial management of the cooperative system and the trends in the number of members and employees in Croatia indicates that it is necessary to continue to work intensively on the modernization of the existing legislation and to develop education of all participants in this process in order to launch the cooperative entrepreneurship and to be accepted as a socially and economically viable model.

## Acknowledgment

This paper is results form ERASMUS collaboration between University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Faculty of agriculture and University of Niccolo Cusano in Rome, Faculty of economics.

## References

- Borzaga C., Carini C., Zandonai F. (2015), "La rilevanza dell'economia sociale in Italia", *Osservatorio Isfol*, IV (2014), n. 3-4, pp. 59-79.
- CECOP-CICOPA Europe (2010), *Cooperative Enterprises in Industry and Services Prove their Strong Resilience to the Crisis*. [www.cecop.coop](http://www.cecop.coop)
- Centro Studi Legacoop (2013), "La cooperazione primi dati del Censimento 2001", *Note Brevi*, n. 11. Centro Studi Legacoop (2014), *Fatturato e marginalità negli anni della crisi*, n. 9, gennaio. [www.cslegacoop.coop](http://www.cslegacoop.coop)
- Nedanov, A., Žutinić, Đ., Mihić, I. (2015). Revizija u zadrugarstvu i zadružnom poduzetništvu. *Proceedings. 50th Croatian and 10th International Symposium on Agriculture*, Opatija Croatia: 119.–123
- Stanojević, I. (2015): Analiza zadružnog sustava u 2014.godini, *Agroeconomica Croatica*, Lončarić, R.(ur.); 5:2015 (1) 51-57
- Sudarić, T., Zmaić, K., Lončarić, R. (2013): Economic Effect, Experiences and Expectations in Agricultural Cooperation in The Republic of Croatia, Fourth International Scientific Symposium „Agrosym 2013“, Kovacevic, D.(ur.), Jahorina: University of East Sarajevo, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, str. 1254-1259.
- Sudarić, T., Zmaić, K., Tolić, S. (2017): The Role and Influence of Cooperatives on Eastern Croatian Economy, 6<sup>th</sup> International Scientific Symposium Economy of Eastern Croatia - Vision and Growth, Faculty of economics in Osijek, str.559-569.
- Sudarić, T., Zmaić, K., Lončarić, R. (2013): Zadružnim djelovanjem prema ekonomiji znanja, u zborniku radova Šundalić, A., Zmaić, K., Sudarić, T. (ur.): Globalizacija i regionalni identitet, Ekonomski fakultet u Osijeku i Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, str.165-179.
- Sudarić, T., Zmaić, K., Sinković, K. (2011): Zadrugarstvo - potencijal razvoja gospodarstva, u zborniku radova Pospišil, M. (ur.): *Proceedings of the 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture*, Zagreb: Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 333-337.
- Law on Cooperatives (Official Gazette No. 34/11, 125/13 and 76/14) and the Statute of the Center (Official Gazette 133/14).
- Hrvatski centar za zadružno poduzetništvo: Analiza zadrugarstva u RH, dostupno na <http://www.zadruga.hr/>



## Indikatori za procjenu održivosti ruralnog turizma

Kristina Svržnjak, Ivana Hrg Matušin, Sandra Kantar, Dušanka Gajdić

*Križevci College of Agriculture, Milislava Demerca 1, Križevci, Croatia (ksvrznjak@vguk.hr)*

### Sažetak

Primjena načela održivosti važna je za dugoročni razvoj ruralnog turizma u Republici Hrvatskoj, što znači da bi na putu tog razvoja trebalo voditi računa o ravnomjernom korištenju svih raspoloživih prirodnih, društvenih i gospodarskih resursa. U radu se žele ustanoviti mogućnost izračunavanja održivosti ruralnog turizma u Koprivničko-križevačkoj županiji na temelju prilagodbe metode izračuna indeksa konkurentnosti ruralnog prostora u Zagrebačkoj županiji (Franić, Kumrić, 2008.). Shodno toj metodi, cilj rada je pronaći i prikazati što više dostupnih i usporedivih kvantitativnih podataka na županijskoj i nacionalnoj razini kao podloga za kreiranje buduće metode indeksa procjene održivosti ruralnog turizma. Proučavanjem dostupne literature i različitih baza podataka pronađeno je 5 prirodnih, 6 gospodarskih i 25 društvenih dostupnih i usporedivih indikatora, koji predstavljaju podlogu za procjenu održivosti ruralnog turizma u promatranoj županiji.

**Ključne riječi:** ruralni turizam, održivi turizam, indikatori održivosti ruralnog turizma

### Uvod

Strategija ruralnog razvoja Republike Hrvatske sadrži tri dugoročna cilja koji obuhvaćaju održivo korištenje raspoloživih prirodnih, gospodarskih i socijalnih resursa u funkciji osiguravanja ruralnih područja kao konkurentnog, sigurnog i privlačnog mjesta za život i rad. U nastojanju da se ostvare navedeni ciljevi, ruralni turizam se nameće kao jedan od integrativnih elemenata komponenata održivosti.

Održivi razvoj ruralnog turizma je proces koji omogućuje njegov rast i razvoj bez oštećivanja i iscrpljivanja onih faktora na kojima se temelji, a to su prije svega zdrava klima, nezagađeni zrak, tlo i voda, odsutnost buke i potencijalnih opasnosti od elementarnih nepogoda, očuvana priroda, očuvano graditeljsko nasljeđe i socio-kulturne značajke, slikoviti krajobraz i mogućnost slobodnog kretanja stanovništva (Kušen, 2006). Međutim, Lebe i Milfelner (2006.) naglašavaju kako se u ruralnom turizmu teško održava ravnoteža između želje da ruralna destinacija postane što popularnija (da privuče što veći broj posjetitelja) i želje da se istovremeno sačuvaju izvorna prirodna obilježja prostora. Stoga Batoluci i sur. (2015.) predlažu da je u buduću razvoj ruralnog turizma potrebno implementirati sva načela održivosti razvoja na cijelom prostoru Hrvatske: ekološka, socio-kulturna te ekonomska načela održivog razvoja. Autori ističu kako primjena ekoloških načela održivog razvoja treba osigurati ekološku očuvanost i zaštitu svih prirodnih resursa, primjena socio-kulturnih načela mora zaštititi kulturnu i povijesnu materijalnu i nematerijalnu baštinu na prostoru kontinentalne Hrvatske, a ekonomska načela treba uskladiti s ostalim načelima kako bi se osigurao dugoročni održivi razvoj ruralnog turizma.

Postavlja se pitanje može li se izmjeriti održivost ruralnog turizma nekog područja u Republici Hrvatskoj (RH), odnosno koji su to mjerljivi indikatori kako bi se izmjerio razvoj ruralnog turizma kroz komponentu održivosti. Poznata je činjenica da se mnogi istraživači susreću s problemom nedostatka podataka u svojim istraživanjima, pa tako Vojnović (2014.) ističe kako je osnovni nedostatak za izradu temeljnih ekoloških, ekonomskih i sociokulturnih

indikatora održivog turizma što ne postoje sveobuhvatne, sustavne, redovite i javno dostupne statističke publikacije. U tom istraživanju analiza dostupnosti kao jednog od glavnih kriterija u provedbi monitoringa održivog turizma na prostornoj razini općini i gradova nedvojbeno je ukazala da postoje nedostaci u statističkom praćenju relevantnih pojava i procesa.

U ovom radu se nastoje pronaći indikatori održivosti ruralnog turizma na prostornoj razini Koprivničko-križevačke županije i RH, koji bi poslužili kao podloga za procjenu održivosti ruralnog turizma u Koprivničko-križevačkoj županiji prilagođeno prema metodi izračuna indeksa konkurentnosti ruralnog prostora (Franić i Kumrić, 2008.). Autorice putem različitih pokazatelja temeljen na konceptu održivog ruralnog razvoja ocjenjuju konkurentnost ruralnog prostora Zagrebačke županije. Također autorice naglašavaju kako je zbog statističkih ograničenja, u smislu nedostatnosti i neažurnosti podataka na županijskoj i nacionalnoj razini, bilo moguće izračunati konkurentnost samo za dva podindeksa održivog ruralnog razvoja.

### Materijal i metode

Rad se temelji na prikupljanju i analizi kvantitativnih podataka koji prikazuju razvoj ruralnog turizma na nacionalnoj i županijskoj razini. Osim dostupnosti i usporedivosti podataka na obje razine, vrlo bitan kriterij je i relevantnosti podataka, ali zbog nedostupnost nekih podataka na jednoj od promatranih prostornih razina nužna je upućenost istraživača na alternativne izvore podataka uz pomoć kojih se kreiraju temeljni indikatori održivog turizma (Vojnović, 2014).

Kako bi se prikupili indikatori koji karakteriziraju prirodnu, gospodarsku i društvenu razinu razvoja ruralnog turizma u Hrvatskoj i Koprivničko-križevačkoj županiji istraživane su baze podataka dostupne na Internet stranici i u publikacijama Državnog zavoda za statistiku, Koprivničko-križevačke županije, Ministarstva poljoprivrede, Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu u ruralnom razvoju (APPRRR), Upisnika poljoprivrednih gospodarstava (Upisnik), Hrvatske gospodarske komore s naglaskom na publikaciju *Nacionalni katalog ruralnog turizma* te su konzultirani nalazi iz drugih izvora podataka i institucija što je navedeno u tablici 1., 2. i 3. u rezultatima istraživanja. Prikupljeni podaci se analiziraju na primjeru Koprivničko-križevačke županije kroz tri osnovne kategorije: prirodni, gospodarski i društveni indikatori. Pronađeni indikatori poslužiti će za razvoj buduće metodologije kojom bi se trebao izračunati indeks procjene održivosti ruralnog turizma u Koprivničko-križevačkoj županiji na temelju prilagodbe metode izračuna indeksa konkurentnosti ruralnog prostora u Zagrebačkoj županiji (Franić, Kumrić, 2008.).

### Rezultati i rasprava

Dugoročni razvoj ruralnog turizma u Hrvatskoj treba se temeljiti na načelima održivosti: načelu okolišne, društvene i gospodarske održivosti.

Ruralni turizam je nemoguće zamisliti bez prirodnih posebnosti u kojem se razvija. Atraktivno okruženje, bogatstvo prirodne i kulturne baštine te zaštićene biljne i životinjske vrste predstavljaju osnovu za razvoj ruralnog turizma.

Analizom dostupnih podataka na županijskoj i nacionalnoj razini izdvojeno je pet **prirodnih indikatora** (tablica 1). U njih se prije svega ubraja razvoj ekološke proizvodnje jer se ekološka proizvodnja sve više povezuje s ruralnim turizmom s obzirom da je sve veća potreba turista da konzumiraju lokalne prehrambene proizvode koji često nose „atribut“ ekološki zdrave i sigurne hrane.

Tablica 1. Prirodni indikatori u KKŽ i RH te izvori podataka

INDIKATORI	KKŽ	RH	IZVORI PODATAKA
Polj. zemljište pod ekološkom proizvodnjom (ha)	276	50.054	Ministarstvo poljoprivrede RH
Površina pod turističkim seljačkim gosp. (ha)	13	12	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Zaštićena prirodna baština	15	409	Državni zavod za zaštitu prirode RH
Zaštićene životinjske vrste	111	1.742	Državni zavod za zaštitu prirode RH
Zaštićene biljne vrste	86	1.212	Državni zavod za zaštitu prirode RH

**Društveni indikatori** uključuju indikatore koje se većinom odnose na materijalnu i nematerijalnu kulturnu baštinu te kulturu života i rada. Analizom je izdvojeno šest usporedivih društvenih indikatora (tablica 2). Prije svega tu se ubraja gastronomija, odnosno tradicionalna jela kao prva asocijacija na ruralni turizam. Iako je RH po veličini teritorija jedna od manjih zemalja u svijetu, jedna je od bogatijih raznolikom kulturnom baštinom. Uz brojne materijalne ostatke koji svjedoče o kontinuiranoj prisutnosti čovjeka na ovim prostorima, očuvan je i veliki dio nematerijalne baštine. Razni običaji i znanja predstavljaju se na brojnim manifestacijama u zemlji i svijetu, a sve se više i implementiraju u suvremeni život. U današnjem poslovnom okruženju te otvaranju gospodarstva Europskoj uniji, za sve gospodarske segmente, a posebice u turizmu, nužna je komunikacija na stranom jeziku. Gledajući na razini RH, mogućnost komunikacije na stranim jezicima na ruralno-turističkim gospodarstvima je raznolika, a najzastupljenija je komunikacija na engleskom i njemačkom jeziku.

Tablica 2. Društveni indikatori u KKŽ i RH te izvori podataka

INDIKATORI	KKŽ	RH	IZVORI PODATAKA
Jela gastronomske baštine	26	453	Popis gastronomske baštine (NN 60/2011) za RH, istraživanje u seminarskom radu iz predmeta „Ruralni razvoj“ za KKŽ
Jela uvrštena u nematerij. kulturnu baštinu	1	12	Ministarstvo kulture RH
Značajne manifestacije	4	107	Odsjek za poljoprivredu, ruralni razvoj, šumarstvo i lovstvo KKŽ i Wikipedia
Narodna baština – kulturna dobra	132	8.845	Registar kulturnih dobara RH
Gosp. na kojima se govori engleski jezik	4	281	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Gosp. na kojima se govori njemački jezik	2	158	Nacionalni katalog ruralnog turizma

S aspekta usporedivosti indikatora na prostoru županije i Hrvatske može se izdvojiti 15 **gospodarskih indikatora** koji se mogu pronaći u Nacionalnom katalogu ruralnog turizmu te 10 indikatora koji se mogu pronaći u drugim izvorima (tablica 3).

Prema Nacionalnom katalogu ruralnog turizma prikazane su osnovne informacije o ruralno-turističkim objektima KKŽ u usporedbi s Hrvatskom, pa je tako vidljivo da od pet objekata u KKŽ tri nemaju smještajne kapacitete nego su kategorizirani kao izletišta/vinotočja za jednodnevni ili poludnevni boravak. Od smještajnih kapaciteta u KKŽ postoji samo šest soba za iznajmljivanje s ukupno 14 postelja koja imaju samo dva gospodarstva, što znači da nema registriranih apartmana, ruralnih kuća ili kamp mjesta. Što se tiče ugostiteljskih kapaciteta, u pet objekata u KKŽ turistima je ponuđeno ukupno 550 sjedećih mjesta (320 u objektu, 230 izvan objekta) te većina radi tijekom cijele godine. Također je bitno za istaknuti da su u KKŽ svi objekti prilagođeni za starije osobe i za goste s kućnim ljubimcima, dok su četiri objekta

prilagođena gostima s malom djecom i samo jedan objekt je prilagođen za osobe s posebnim potrebama. Dodatne aktivnosti koje se nude na gospodarstvu značajno doprinose atraktivnosti samih gospodarstava i utječu na duži boravak gostiju (naročito na onim turističkih seljačkim gospodarstvima koja imaju smještajne kapacitete), a u prosjeku ih se u KKŽ nudi više po gospodarstvu nego na razini RH. U KKŽ posjetitelji mogu doći do informacija o ruralno-turističkim objektima preko fiksnog telefona (4), telefaksa (2), mobitela (5), e-maila (4), Internet stranice (2) te je za većinu gospodarstva poželjno napraviti prethodnu najavu posjeta

Tablica 3. Gospodarski indikatori u KKŽ i RH te izvori podataka

INDIKATORI	KKŽ	RH	IZVORI PODATAKA
Broj registriranih objekata za rur. turizam	5	317	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Gosp. koja imaju sobe za iznajmljivanje	2	110	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Broj postelja	18	1.124	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Broj sjedećih mjesta u objektima i izvan	550	30.347	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Gospodarstva koja imaju fiksni telefon	4	271	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Gospodarstva koja imaju telefaks	2	153	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Gospodarstva koja imaju mobilni telefon	5	305	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Gospodarstva koja imaju službeni E-mail	4	297	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Gospodarstva koja imaju Internet stranicu	2	193	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Gospodarstva koja imaju mogućnost rada cijele godine	4	236	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Prilagođeno za osobe s posebnim potrebama	1	65	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Prilagođeno za starije osobe	5	137	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Prilagođeno gostima s malom djecom	4	198	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Prilagođeno gostima s kućnim ljubimcima	5	164	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Prosječan broj dodatnih aktivnosti po gosp	12	10	Nacionalni katalog ruralnog turizma
Broj OPG-ova	11.034	173.253	Upisnik, APPRRR
Broj članova na OPG-ovima	14.435	170.041	Upisnik, APPRRR
Visokoobrazovani na OPG-ovima	136	4.328	Državni zavod za statistiku RH
Mlado stanovništvo na OPG-u	1.168	17.284	Upisnik, APPRRR
Ostvarena noćenja u ruralnom turizmu	28.337	2.736.915	Državni zavod za statistiku RH
Dolasci turista	15.812	1.504.747	Državni zavod za statistiku RH
Vinske ceste	2	49	Službena Internet stranica „Vinske ceste Hrvatske“
Broj ekoloških proizvođača	25	2.319	Ministarstvo poljoprivrede RH
Udio kućanstva koja zarađuju od dopunskih djelatnosti (%)	1,64	2,15	Državni zavod za statistiku RH
Udio prerađivačkih kućanstava (%)	1,56	1,90	Državni zavod za statistiku RH

Prema drugim izvorima podataka kao gospodarski indikator održivosti zasigurno doprinose podaci o broju OPG-a, broju članova, mladog stanovništva te visokoobrazovanih na OPG-ovima kao potencijalna poljoprivredna gospodarstva koja bi se u budućnosti kao dopunskom djelatnošću mogla baviti ruralnim turizmom. Također su i vrlo značajni indikatori koji mogu dati ocjenu razvijenosti i značaja turizma u županiji kroz ostvarena noćenja u ruralnom turizmu, dolazak turista, kroz udio kućanstva koja zarađuju od dopunskih djelatnosti, udio prerađivačkih kućanstava i broju formiranih vinskih cesti.

## Zaključak

Kako bi se razvio neki model ili primijenila neka metoda, nužno je prikupiti što više podataka da bi krajnji zaključci istraživanja bili što vjerodostojniji. Česti problem s kojim se istraživači susreću su u prikupljanju dostupnih, relevantnih, a naročito usporedivih podataka ukoliko to zahtjeva određena metoda. Stoga je cilj ovog rada bio pronaći što više usporedivih kvantitativnih podataka na županijskoj i nacionalnoj razini grupiranih u prirodne, društvene i gospodarske indikatore. Na osnovu pronađenih 5 prirodnih, 6 društvenih i 25 gospodarskih indikatora moguće će biti izračunati indeks procjene održivosti ruralnog turizma u Koprivničko-križevačkoj županiji prilagođeno prema metodi izračunavanja indeksa

konkurentnosti prema Franić i Kumrić (2008.) što će biti predmet istraživanja u nekom sljedećem radu. Ovakva i slične analize kvantitativnih podataka pružaju mogućnost za daljnje istraživanje u smjeru održivosti te predstavljaju podlogu za donošenje odluka u razvoju ruralnog turizma.

### **Napomena**

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su bilateralnog projekta „Agroturizam u funkciji socioekonomskog razvoja ruralnih područja Crne Gore i Hrvatske“ kojeg financira Ministarstvo znanosti i obrazovanja RH.

### **Literatura**

- Bartoluci M., Hendija Z., Petračić M. (2015). Mogućnosti održivog razvoja ruralnog turizma u kontinentalnoj Hrvatskoj. *Acta Turistica*. Volumen (27): 191-219.
- Franić R., Kumrić O. (2008). Kako ocijeniti konkurentnost ruralnog područja?. Objavljeno u Zborniku radova 43. hrvatskog i 3. međunarodnog simpozija agronoma, Pospišil M. (ed.), 215-219. Zagreb, Hrvatska: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet
- Kušen E. (2006). Ruralni turizam. Objavljeno u *Hrvatski turizam: plavo – bijelo - zeleno*, Čorak S., Mikačić V. (eds.), 167-190. Zagreb, Hrvatska: Institut za turizam.
- Lebe S.S., Milfelner B. (2006). Innovative organisation approach to sustainable tourism development in rural areas. *Kybernetes*. Volumen (35): 1136-1146
- Vojnović N. (2014). Problematika implementacije temeljnih indikatora održivog turizma u hrvatskim općinama i gradovima. *Ekonomski misao i praksa*. 171-190.

## **Indicators for evaluation of sustainable rural tourism**

### **Abstract**

Application of sustainability principles is of crucial importance for long term development of rural tourism in the Republic of Croatia, which means that during the course of that development one should take into account balanced usage of all available natural, social and economic resources. The paper aims at establishing the possibility of calculating sustainability of rural tourism in Koprivnica-Križevci County based on adjustment of index calculation of competitiveness of rural area in Zagreb County (Franić, Kumrić, 2008.). According to that particular method, the objective of this paper is to identify and present available comparable quantitative data on county and national level as foundation for developing future methods of index estimation of rural tourism sustainability. Consulting of available references and different data bases resulted in defining of five natural, six economic and 25 social indicators which represent the foundation for assessing the sustainability of rural tourism in the studied county.

**Key words:** rural tourism, sustainable tourism, sustainability indicators of rural tourism

## Ekonomska analiza proizvodnje lubenica

Ivan Spužević, Elma Sefo

*Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru, Biskupa Čule bb, 88000 Mostar, Bosna i Hercegovina (ivan.spuzevic@gmail.com)*

### Sažetak

U radu je analizirana ekonomska opravdanost ulaganja u proizvodnju lubenica na području Hercegovine. Prikazani su ukupni troškovi pripreme zemljišta, sadnje lubenica, te kalkulacija pokriva varijabilnih troškova pri redovitoj proizvodnji lubenica. Svi podaci za ovaj rad su dobiveni intervjuiranjem Obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva „OPG“ sa sjedištem u Blagaju, a koje se pored voćarske proizvodnje bavi i povrćarstvom, odnosno uzgojem lubenica na površini od 1 ha. Dobiveni rezultati ukazuju da je proizvodnja lubenica isplativa te kako svi ekonomski pokazatelji imaju pozitivne vrijednosti.

**Ključne riječi:** lubenica, obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo, ekonomičnost, rentabilnost

### Uvod

Prema proizvodnji i potrošnji lubenica je u vrhu među povrtnim kulturama. Proizvodnja lubenica u svijetu je u stalnom porastu zahvaljujući primjeni suvremenih tehnologija uzgoja. Prema službenim statističkim podacima prosječni prinos lubenica u Bosni i Hercegovini u petogodišnjem razdoblju 2010.-2014. godine iznosio je  $15,6 \text{ t ha}^{-1}$ , što je dvostruko niže od prosječnog svjetskog prinosa od  $30,8 \text{ t ha}^{-1}$ . Razlog ostvarenih niskih prinosa u usporedbi s agrarno razvijenim zemljama je primjena niske razine tehnoloških postupaka. Iako se proizvodnja lubenica proširila u svim dijelovima zemlje ipak se po površinama i prinosu izdvaja područje Hercegovine koja je radi mediteranske klime tradicionalno područje uzgoja. Oko 64,6% površina pod lubenicama u Federaciji BiH zastupljeno je na području Hercegovačko-neretvanske i Zapadno-hercegovačke županije. Proizvodnja se najviše odvija na otvorenom i u niskim tunelima, dok su zanemarivo male površine zastupljene u plastenicima. Na području Blagaja razvijena je vinogradarska, voćarska i povrtna proizvodnja, a tomu doprinosi i blizina Mostara kao važnog tržišta.

Iako se na području Hercegovačko-neretvanske županije proizvede najviše lubenica ipak se za uzgoj u Blagaju ne može reći da je tradicionalan, ali zbog povoljnih agroekoloških uvjeta i primjene novih tehnologija proizvodnje može se dobiti dobre ekonomske rezultate.

Troškovi proizvodnje lubenica su visoki i moguće ih je opravdati jedino visokim prinosima. Način uzgoja lubenica utječe na prinos te se genetski potencijal sorte može ostvariti samo primjenom suvremenih tehnoloških postupaka. U komercijalnoj proizvodnji lubenica za tržište koriste se gotovo isključivo hibridi (Matotan, 2006.). Hibridni kultivari se uzgajaju iz presadnica zbog racionalnijeg korištenja skupog hibridnog sjemena (Lešić i sur., 2004.). Lubenice uzgojene iz presadnica za tržište dopijevaju oko dva tjedna ranije (Matotan, 2006.). Chouka i Jebari (1999.) naglašavaju pozitivan učinak cijepjenja na generativni razvoj lubenice. Cijepljene presadnice daju veći broj plodova po biljci, većuprosječnu masu ploda, veći prinos kao i veći sadržaj suhe tvari u odnosu na obične presadnice (Sefo i sur.,-2009.). Prema Dardić i sur. (2010.), Kacijan-Maršić i sur. (2014.) značajno veći prinos dale su cijepljene biljke lubenice. Radi dobrog toplinskog djelovanja tlo se prekriva crnom polietilenskom folijom čime se poranjuje proizvodnja. Značaj korištenja PE malčeva kod povrća radi povećanja prinosa i ranijeg dozrijevanja ističu Brinen i sur. (1979.). Postizanje visokih ranijih prinosa kod lubenica uporabom

crnog PE malča navode Perković i sur. (2013). Radi poranjenja proizvodnje, usjev lubenice se prekriva i netkanim sintetičkim materijalima koji se uklanjaju kada prođe opasnost od niskih temperatura.

Cilj ovoga rada je prikazati ekonomsku opravdanost ulaganja u proizvodnju lubenica uz primjenu suvremenih tehnoloških postupaka na lokalitetu Blagaja.

### Materijal i metode

Svi podaci, koji su korišteni u ovome radu, su dobiveni od Obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva „OPG“ i predstavljaju stvarne troškove nastale pri pripremi tla, sadnji i proizvodnji lubenica na površini od 1 ha. U radu je prikazan proračun troškova pripreme tla, troškova sadnje te troškova proizvodnje lubenica sorte Samantha F1 na otvorenom. Od metoda je korištena metoda kalkulacije pokrića varijabilnih troškova, pri čemu je prema vremenu korištena naknadna kalkulacija. Troškovi vlastite mehanizacije, koji inače spadaju u fiksne troškove, sastoje se iz tehničkog održavanja i amortizacije. Oni su izračunati metodom cijene koštanja jednog sata rada traktora s priključnim strojem, te se u kalkulaciji oduzimaju od pokrića varijabilnih troškova (PVT-a).

### Rezultati i rasprava

Gospodarstvo (OPG) ukupno posjeduje 4 ha poljoprivrednog zemljišta. Osim vinogradarstvom i voćarstvom (OPG) se bavi i povrtnom proizvodnjom. Poslove na (OPG – u) obavljaju 4 radno aktivna člana gospodarstva, od kojih je samo nositelj stalno uposlen na gospodarstvu, a ostalim članovima je to dopunska djelatnost. Pri trajanju sezonskih radova (sadnja, rezidba, berba), (OPG) upošljava još jednog radnika. Od poljoprivredne mehanizacije (OPG) posjeduje jedan traktor srednje snage, priručna oruđa za osnovnu i dopunsku obradu tla te traktorsku prikolicu za prijevoz gnojiva i ubranih proizvoda.

Od ukupnog pokrića varijabilnih troškova (PVT-a) oduzimaju se fiksni troškovi (nastali samo u proizvodnji za koju se izračuje kalkulacija) i dobiva se financijski rezultat, profit odnosno gubitak. Glavni fiksni troškovi pri ovoj proizvodnji su troškovi vlastite poljoprivredne mehanizacije. Nositelj i članovi (OPG-a) koji rade na gospodarstvu ne ostvaruju redovita primanja, već ih ostvaruju temeljem poslovanja (OPG-a.) Povremena plaćena radna snaga su osobe koje OPG povremeno unajmljuje za obavljanje poslova u vršnim radnim razdobljima i nisu članovi (OPG-a).

Kod izračuna troškova primarne poljoprivredne proizvodnje u slučaju kada (OPG) posjeduje vlastitu mehanizaciju (traktor i priključni strojevi) izračunavanje troškova vlastite mehanizacije je prikazano u tablici 1. i 2.

Iz Tablica 1. i 2. razvidno je da cijena koštanja jednog sata rada traktora, odnosno priključnog stroja iznosi 34,4 KM i 9 KM. Slične rezultate je utvrdio i (Turšić, 2001.)

Tablica 1. Cijena koštanja jednog sata rada traktora u/KM

A:	Cijena novog traktora na tržištu	40.000,00
B:	Cijena traktora nakon amortizacijskog perioda	5.000,00
C:	Razlika u cijeni stroja (A – B)	35.000,00
D:	Amortizacijski period	10 godina
E:	Godišnja stopa amortizacije C/D	3.500,00
F:	Predviđeno radnih sati godišnje	800
G:	Amortizacija po satu rada E/F	4,4
H:	Godišnji iznos kamata na uložena sredstva (5% od 40.000,00)	2.000,00
I:	Kamata po satu rada H/F	2,5
J:	Troškovi goriva po satu rada (10l x 1,5 KM)	15,00
K:	Troškovi tehničkog održavanja (motorno ulje, filtri, redovito servisiranje, potrošni materijal, akumulator, gume, remenje, itd. (50% od troškova goriva)	7,50
Cijena koštanja = G+I+J+K = 29,4 + PDV = 34,4 KM		

Tablica 2. Cijena koštanja jednog sata rada priključnog stroja

A:	Cijena novog priključnog stroja	5.000,00
B:	Cijena priključnog stroja nakon amortizacijskog perioda	800,00
C:	Razlika u cijeni stroja (A – B)	4.200,00
D:	Amortizacijski period	10
E:	Godišnja stopa amortizacije (C/D)	420,00
F:	Predviđeno radnih sati godišnje	100
G:	Amortizacija po satu rada (E/F)	4,2
H:	Godišnji iznos kamata na uložena sredstva (5% od 5.000,00)	250
I:	Kamata po satu rada (H/F)	2,5
J:	Godišnji troškovi održavanja	100,00
K:	Troškovi tehničkog održavanja po satu rada (J/F)	1

Cijena koštanja = G+I+K = 7,7 + PDV = 9 KM

Tablica 3. pokazuje ukupan broj radnih sati potrebnih za izvršenje svih strojnih operacija na površini od 1 ha pri proizvodnji lubenica. Relativno nešto niži učinak iskorištenja radnog vremena je uzrokovan putom koji traktor pređe od garaže do oranice, okretanjima, punjenjem gnojem, zaštitnim sredstvima i sl.

Tablica 3. Utvrđivanje potrebnog radnog vremena za izvršenje pojedinih agrotehničkih operacija za površinu od 1 ha<sup>2</sup>

	Brzina (km/h)	Radni zahvat (m)	Teoretski uč. (ha/sat)	Iskoristivost r. vremena %	Učinak ha/sat	Broj izvođenja	Ukupan broj sati
Duboko jesensko oranje	6	0,7	0,42	65	0,27	1	3,7
Proljetno oranje	7	0,7	0,49	65	0,32	2	6,2
Drljanje	5	2,2	1,1	50	0,55	1	1,8
Tanjanje	5	2,2	1,1	50	0,55	1	1,8
Rasipanje gnojiva	5	7	3,5	30	1,05	2	1,9
Zaštita	5	8	4	30	1,2	6	5
Ukupno sati	20,4						

Tablica 4. Kalkulacija pokriva varijabilnih troškova

Kalkulacija pokriva varijabilnih troškova (PVT)	Jedinica mjere	Količina	Cijena	KM/ha	€/ha
Prinos	kg	50.000			
Ukupan prihod (vrijednost proizvodnje)	kg	50.000	0,5	25.000,00	12.500,00
Presadnice	kom	5.000	0,40	2.000,00	1.000,00
Stajsko gnojivo	t	40	30	1.200,00	600,00
Mineralna gnojiva:					
a) NPK (7:20:30)	vreća (25 kg)	600 (24 vreće)	33,00	792,00	396,00
b) Urea	vreća (25 kg)	200 (8 vreća)	19,50	156,00	78,00
Vodotopiva gnojiva za prihranu					
a) Idrofloral (10:50:10)	kg	100	5,90	590,00	295,00
b) Idrofloral (35:5:8)	kg	100	4,70	470,00	235,00
c) Idrofloral (20:20:20)	kg	100	3,45	345,00	172,5
d) Idrofloral (8:5:44)	kg	100	5,30	530,00	265,00
e) Sinergon	l	40	12,90	516,00	258,00
f) Calcisan	kg	48 (6 vreća)	35,10	210,6	105,3
Zaštita od zemljišnih štetnika – Force G-1,5	kg	6 (4 vreće)	20,00	80,00	40,00
Sredstva za zaštitu od korova - Basta	l	2	76,00	152,00	76,00
Sredstva za zaštitu od bolesti					
a) Quadris	l	0,8	22,10	(100 ml) 176,80	88,4

<sup>2</sup> Turšić, I. (2001.). Plodored na obiteljskim gospodarstvima u Podravini (Završno izvješće), Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.



b) Nativo 75 WG	kg	0,3	364,00	109,20	54,6
c) Acrobat MZ WG	kg	2	49,90	99,80	49,9
Sredstva za zaštitu od štetnika					
a) Calypso SC 480 (lisne uši)	l	0,3	24,50 (0,05 l)	147,00	73,5
b) Decis 100 EC (sovice)	l	0,075	65	4,87	2,4
c) Vertimec 018EC (crveni pauk)	l	0,7	26,40 (100 ml)	184,8	92,00
Rad ljudski					
a) Postavljanje crne folije	sat	10	6	60,00	30,00
b) Sadnja	sat	70	6	420,00	210,00
c) Postavljanje agril folije	sat	10	6	60,00	30,00
d) Kontrola i uklanjanje korova	sat	10	6	60,00	30,00
e) Berba plodova	sat	30	6	180,00	90,00
Crna folija	kg	100	7,90	790,00	395,00
Agril folija	m <sup>2</sup>	5000	0,16	800,00	400,00
Cijevi za navodnjavanje (φ16)	m	5000	0,30	1.500,00	750,00
Cijevi za navodnjavanje (φ32)	m	110	1,15	126,5	63,3
Ambalaža (box palete 1000 kg)	kom	50	50	2.500,00	1.250,00
Ostali troškovi				700,00	350,00
Ukupni varijabilni troškovi				14.960,57	7.480,3
PVT				10.039,43	5.019,7
Troškovi vlastite mehanizacije <sup>3</sup>	sat	20,4	43,4	885,36	442,7
Dohodak				9.154,07	
Rezultati ekonomske analize <sup>4</sup>					
Cijena koštanja po 1 kg proizvoda					0,32
0,16					
Prag rentabilnosti proizvodnje lubenica (PRP/ha= UT/tržišna cijena/broj ha)					31,8
Ekonomičnost (VP/UT)					1,58
Stopa rentabilnost poslovanja (Do/VP*100)					36,6

U kalkulacijama PVT, (Tablica 4.) su korištene nabavne cijene inputa, kao i prodajne cijene tržnih proizvoda evidentirane u 2017. Godini. Rezultati ekonomske analize ukazuju na dobit od 9.154 KM po jednom hektaru. Proizvodna cijena po jednom kilogramu lubenice je iznosila 0,32 KM, prag rentabilnosti je također zadovoljavajući u odnosu na ostvarenu proizvodnju i iznosio je 31,8 t/ha. Ekonomičnost proizvodnje s koeficijentom od 1,58 je zadovoljavajuća kao i stopa rentabilnosti proizvodnje od 36,6%. Pri istraživanjima drugih autora, kao na primjer Ban (2006.), dobiveni su slični rezultati uzgoja lubenica na mediteranu, također s razmakom sadnje od (1x2) metra i korištenjem providne folije za malčiranje.

## Zaključak

Na osnovu tehnološko-ekonomske analize proizvodnje lubenica na području južne Hercegovine može se zaključiti sljedeće:

- Ukupni prihod od prodaje lubenica sa površine od 1 ha je iznosio 25.000 KM,
- Ukupni troškovi proizvodnje lubenica na 1 ha su iznosili 15.846 KM,
- Dohodak (OPG – a) je iznosio 9.154 KM,
- Cijena koštanja po 1 kg proizvoda je iznosila 0,32 KM,
- Prag rentabilnosti proizvodnje je iznosio 31,8 t/ha,
- Ekonomičnost proizvodnje je s koeficijentom od 1,58 i
- Rentabilnost proizvodnje od 36,6 %.

Ovakvi rezultati ekonomski valoriziraju komparativne prednosti hercegovačkog podneblja.

<sup>3</sup> Troškovi vlastite mehanizacije uključuju: duboko jesenje oranje, proljetno oranje, drljanje, tanjuranje, rasipanje stajskog i umjetnog gnojiva.

<sup>4</sup> PRP – prag rentabilnosti proizvodnje, UT – ukupni troškovi, VP – vrijednost proizvodnje, Do - dobit

## Literatura

- Ban, D. (2006.). Razvoj tehnologije uzgoja lubenica u Mediteranu (Završno izvješće), Institut za poljoprivredu i turizam Poreč.
- Brinen, G. H., Locascio, S. J., Elmstrom, G. W. (1979). Plant and row spacing, mulch, and fertilizer rate effects on watermelon production. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 104 (6): 724 – 726.
- Chouka, A., Jebari, H. (1999). Effect of grafting on watermelon vegetative and root development, production and fruit quality. *Acta Horticulturae* 492:85-93.
- Dardić, M., Trkulja, V., Čičić, D., Lakić, S. (2010). Uzgajivačke specifičnosti cijepljene lubenice, *Glasnik zaštite bilja* 1, 20-27.
- Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2004). *Povrćarstvo*. Zrinski, Čakovec.
- Kacjan Maršić, N., Žnidarčić, D., Jakše, M. (2014). Different scion/rootstock combinations influence the yield and quality of grafted watermelon fruits (*Citrullus aedulis*). Book of abstracts 6th Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, Faculty of Agriculture University of Zagreb, Zagreb:2
- Matotan, Z. (2006). Sortiment i proizvodnja presadnica lubenica. *Glasnik zaštite bilja*, Vol.29 No.6, 40-47.
- Sefo, E., Matotan, Z., Knezović, Z., Ivanković, P., Majić, A. i Ćorić R. (2009). Utjecaj tehnologije proizvodnje na prinos lubenica u jugozapadnoj Hercegovini. Zbornik sažetaka 44. hrvatskog i 4.međunarodnog simpozija agronoma, 16.do 20. veljače 2009. Opatija, Hrvatska, 131-132.
- Perković, J., Ban, D., Žnidarčić, D. (2013). Kontrola roka i dinamike berbe lubenice korištenjem malčeva. Zbornik sažetaka 48 hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma, 17. – 22. veljače 2013. Dubrovnik, Hrvatska, 353-357.
- Turšić, I. (2001.). Plodored na obiteljskim gospodarstvima u Podravini (Završno izvješće), Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

## Economics of watermelon production

### Abstract

This work analyzes the economic justification of investments in the production of watermelon in the territory of Herzegovina. The total costs of land preparation, raising of watermelon plant, and calculation of coverage of variable costs during the regular production of watermelon are presented. All the data for this work were obtained by interviewing the Family Farm with headquartered in Blagaj, which, in addition to fruit production, also deals with vegetable growing or 1 hectare watermelon cultivation. The obtained results indicate that the production of watermelons is profitable and that all economic indicators have positive values

**Key words:** watermelon, family farm, economy, profitability.

## Isplativost uzgoja Istarskog goveda

Filip Šimić<sup>1</sup>, Branka Šakić Bobić<sup>2</sup>, Tajana Čop<sup>2</sup>, Zoran Grgić

<sup>1</sup>*J. Novosela 12, Oborovo Bistransko, Donja Bistra, Hrvatska*

<sup>2</sup>*Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska (bsakic@agr.hr)*

### Sažetak

U radu su istraženi neki organizacijsko ekonomski uvjeti proizvodnje Istarskog goveda te utvrđena isplativost i odnos prema konvencionalnom tovu goveda. Glavnu ulogu u proizvodnji, zaštiti i promociji Istarskog goveda preuzela je Agencija za ruralni razvoj Istre, osnovana s ciljem pokretanja gospodarskih i razvojnih programa u ruralnom prostoru Istre. Zbog aktivnosti Agencije u promociji Istarskog goveda, poticaja koje osiguravaju država i županija, ali i ekonomskih pokazatelja, postoji sve veći interes za uzgojem Istarskog goveda i proizvodnjom mesnih preradevina kojom je osigurana dodatna vrijednost i obogaćena Istarska gastronomija.

**Ključne riječi:** ekonomska isplativost, Istarsko govedo, mesne preradevine, tov

### Uvod

Na području Republike Hrvatske, primarna funkcija tradicijske govedarske proizvodnje bila je radna. Govedarstvo tog vremena odlikuje izrazita ekstenzivnost i niska proizvodna učinkovitost. Početkom 20. stoljeća uočljivo je potiskivanje izvornih pasmina pod utjecajem mesnih pasmina koje ostvaruju veći prirast mase u manjoj jedinici vremena te zbog uvođenja poljoprivredne mehanizacije u radne operacije.

Izvorne i zaštićene pasmine u uvjetima dominacije konvencionalne stočarske proizvodnje nisu konkurentne, ali nude priliku za stvaranje prepoznatljivih proizvoda. Nacionalnim programom očuvanja izvornih i zaštićenih pasmina domaćih životinja u Republici Hrvatskoj nastoji se raznim mjerama potaknuti njihov daljnji uzgoj i spriječiti nestanak. Popis izvornih i zaštićenih pasmina i sojeva domaćih životinja (NN 127/98, 73/03, 39/06, 126/07, 70/09), navodi do sada prepoznate i očuvane izvorne pasmine domaćih životinja, nastale na teritoriju Republike Hrvatske. Istarsko govedo je tako navedeno kao jedno od tri zaštićene pasmine goveda. Očuvanje autohtonih pasmina domaćih životinja posebno je važno kod upravljanja tradicionalnim krajobrazom te očuvanjem biološke raznolikosti i ruralnog prostora. Istarsko govedo preferira kombinirano korištenje pašnjaka i brsta nižeg raslinja, čime neposredno održava staništa. U pogledu korištenja krmnih resursa i životnog prostora istarsko govedo ne predstavlja neposrednog konkurenta drugim pasminama i vrstama udomaćenih i divljih životinja (Zelena knjiga, 2014.).

Agencija za ruralni razvoj Istre istaknula je početni problem zainteresiranosti za uzgojem istarskog goveda, upitan plasman veće količine proizvoda dobivenih od istarskog goveda, a značajan problem predstavlja i dugo razdoblje proizvodnje. Zbog spomenutih problema, Agencija za ruralni razvoj Istre preuzela je ključnu ulogu u procesu uzgoja i prerade proizvoda Istarskog goveda te promocije ovakvog načina uzgoja i korištenja dobivenih proizvoda.

## Materijal i metode

Cilj rada je na temelju analize proizvodnih i ekonomskih podataka prikazati isplativost uzgoja Istarskog goveda te utvrditi osnovne probleme koji se pojavljuju kod ove vrste proizvodnje. U radu su korišteni dostupni sekundarni podaci Državnog zavoda za statistiku i Hrvatske poljoprivredne agencije, a primarni podaci su prikupljeni od Agencije za ruralni razvoj Istre kroz istraživanje koje je bilo dio diplomskog rada studenta Filipa Šimića. Korišten je financijski rezultat kao apsolutni pokazatelj ekonomske učinkovitosti proizvodnje, a od relativnih pokazatelja korišteni su: ekonomičnost i proizvodnost.

## Rezultati i rasprava

Prema službenim podacima Hrvatske poljoprivredne agencije objavljenim u godišnjem izvješću za 2013. godinu na području Istarske, Primorsko-goranske i Koprivničko-križevačke županije nalazi se 40 bikova, 720 krava, te 442 grla ženskog podmlatka Istarskog goveda (174 grla do godinu dana, a 268 grla preko godine dana starosti), a sve u vlasništvu 167 uzgajivača. Na kraju 2016. godine bilo je 135 rasplodnih grla, što je povećanje od 53% u odnosu na 72 grla iz 2014. godine. Prema podacima Agencije za ruralni razvoj Istre godišnja količina zaklanih goveda pasmine Istarsko govedo kreće se oko 150 grla, od kojih 95% čini muška junad u starosti od 24-36 mjeseci, a ostalih 5% odnosi se na starije kategorije goveda (volovi i krave), te bikove koji se izlučuju iz osjemenjivanja u starosti od približno 5 godina. Godišnje se proizvede oko 30 tona mesa, od kojih se 70% svih rezova i kategorija mesa prodaje putem vlastitog kanala distribucije kao zrelo meso Boškarina, a 30% mesa prerađuje se u salame i kobasice te se proizvede gotovo 13 tona gotovih proizvoda. Sam proces proizvodnje je relativno spor (fermentacija kobasica traje otprilike 35-40 dana, dok salame fermentiraju 45-50 dana). Povećanjem dodane vrijednosti proizvoda (u ovom slučaju preradom mesa u salame i kobasice), omogućeno je ostvarivanje do 40% viših cijena po kg žive vage od cijena proizvoda dobivenih klasičnim tovljenjem junadi. U salamama se miješa meso Boškarina sa svinjskim mesom i masnim tkivom u omjeru od 50%. Meso se prodaje u odabrane ugostiteljske objekte na području Republike Hrvatske (najviše na području Istarske županije i grada Zagreba), ali se jedan manji dio plasira na tržište Italije i Slovenije.

Tov se odvija u tri faze:

- U prvu fazu tova telad ulazi u dobi 3-4 mjeseca s tjelesnom masom 150 kg. Početna faza tova traje 60 dana, dok je očekivani dnevni prirast 800-850 grama. Iskustva pokazuju da je prva proizvodna faza tova izuzetno stresna, iz više razloga (nerazvijenost probavnog sustava, kontaminiranost, novo okruženje).
- Druga faza tova naziva se i pravim tovom. U glavnu fazu tova telad ulazi u dobi 5-6 mjeseci, dok se početna tjelesna masa kreće oko 200 kg. Ova faza tova traje od 7,5 do 11,5 mjeseci, a očekivani dnevni prirast se kreće od 900 do 1.100 grama. Dob teladi na samom kraju ove faze kreće se u rasponu 13-17 mjeseci.
- U treću ili završnu fazu tovljenici kreću u dobi 13-17 mjeseci. Tjelesna masa tovljenika je oko 450 kg, a vremensko trajanje ove faze je 3 mjeseca. Očekivani dnevni prirast kreće se u rasponu od 950 do 1.050 grama. Kako bi se postigle predviđene kvalitativne odlike mesa tijekom ove faze u obrok se značajnije uključuju krepka energetska krmiva, ponajprije se to odnosi na ugljikohidrate (pojedinačno ili u jednostavnim kombinacijama): ječam, raž, kukuruz i drugo. Tovljenici se tove do dobi od 16-20 mjeseci, odnosno do završne mase 500-550 kg. U ovoj se fazi obavlja završno mjerenje težine i to nakon 12-satnog posta (Caput i Ivanković 2006).

U tablici 1 prikazani su troškovi tova Istarskog goveda, prema podacima Agencije za ruralni razvoj Istre, napravljeni na bazi 112 grla, pri čemu je mjesečni trošak po govedu 541 kunu,

odnosno dnevni trošak goveda u tovu je 18 kuna. U ishrani tovljenika se koristi vlastito proizvedena hrana, pa su troškovi stočne hrane prikazani objedinjeni sa troškovima rada i odnose se na proizvodnju krmiva.

Tablica 1. Mjesečni troškovi tova 112 grla u 2015. godini

Ukupni mjesečni troškovi tova u kunama	60.560
Najam štale	3.000
Električna energija	700
Trošak vode	1.360
Prijevoz	1.300
Veterinarske usluge	1.000
Osiguranje	500
Hrana i troškovi rada	49.000
Ostali troškovi	3.700

Izvor: Izvješće o radu AZRRI d.o.o. Pazin

Usporedi li se trošak tova Istarskog goveda sa konvencionalnim tovom junadi (tablica 2) razlika je 5 kuna/dnevno po grlu, na što je utjecala dužina tova (2 mjeseca duži tov Istarskog goveda), ali i završna masa, pa je tov Istarskog goveda skuplji za 11 kuna po kilogramu prirasta tovljenika. Kako je jedna od uloga Agencije za ruralni razvoj Istre promocija proizvoda od autohtonih pasmina, kroz prerađene proizvode od mesa autohtonih pasmina nastoji se stvoriti nova vrijednost Istarske županije i osigurati viša cijena koja bi mogla nadomjestiti razliku u troškovima proizvodnje.

Tablica 2. Usporedba konvencionalnog tova sa tovom istarskog goveda

	Tov Istarskog goveda	Konvencionalni tov junadi
Ukupni trošak tova, kn	10.814	7.159
Trajanje tova	20 mjeseci	18 mjeseci
Ulazna masa	150 kg	150 kg
Izlazna masa	500-550 kg	600 kg
Mjesečni trošak po govedu, kn	541	398
Dnevni trošak po govedu, kn	18	13
Trošak po kg prirasta	27	16

Izvor: Vlastita kalkulacija

Agencija za ruralni razvoj Istre godišnje utovi oko 100 grla prosječne završne mase 500 kg, a 70% se prodaje putem vlastitog kanala distribucije kao zrelo meso Boškarina, po cijeni koja se za kilogram mesa (ovisno o dijelu) kreće od 60, pa do 280 kuna za biftek. Preostalih 30% prerađuju u salame i kobasice, kao proizvode dodane vrijednosti. U tablici 3 je prikazana kalkulacija proizvodnje kobasice Kaparin, čija je cijena 205 kn/kg. Kod ove proizvodnje su najznačajniji materijalni troškovi, pa su u tablici 3 detaljno prikazani utrošci koji ulaze u kategoriju materijalnih troškova.

Tablica 3. Kalkulacija proizvodnje kobasice Kaparin

	Količina	Cijena	Vrijednost u kunama
<b>UKUPNI PRIHODI</b>	<b>305,70 kg</b>	<b>205 kn/kg</b>	<b>62.669</b>
Meso istarskog goveda	340 kg	60 kn/kg	20.400
Svinjsko meso i masnoće	310 kg	16 kn/kg	4.960
Crijeva	750 m	3,19 kn/m	2.393
Začini	8,1 kg	46 kn/kg	368
Nitratna sol	8,4 kg	1,78 kn/kg	15
Sol	2,4 kg	1,8 kn/kg	4
Salsa tartufata	16 kg	180 kn/kg	2.880
Krumpirov škrob	1 kg	8,68 kn/kg	9
Tartuf	11 kg	895,84 kn/kg	9.854
Kartonska ambalaža	15 kom	3,79 kn/kom	57
A1 klipse	4 kom	33,77 kn/kom	135
Etikete	3200 kom	0,53 kn/kom	1.696
Omot za salamu	1600 kom	0,77 kn/kom	1.232
Perforirane vrećice	1600 kom	0,37 kn/kom	592
Plijesni	0,5 kom	214 kn/kom	107
PVC vrećice	150 kom	0,66 kn/kom	99
Vezice za salame	2 kom	62,87 kn/kom	126
	<b>Materijalni troškovi</b>		<b>44.926</b>
Rad	70 sati	60 kn/sat	4.200

Izvor: Šimić, F. (2017)

### Zaključak

Na temelju analiziranih primarnih i sekundarnih podataka, može se zaključiti da je za isplativ uzgoj Istarskog goveda glavno ograničenje veličina stada na obiteljskim gospodarstvima i nedostatak dovoljnih površina za uzgoj krmiva. Nadalje, sam proces uzgoja je usko povezan s poticajima koje daje država i županija, upravo kako bi se očuvala ova vrsta, ali i kako bi konačni financijski rezultat bio pozitivan.

Na primjeru kalkulacije vlastitog tova Istarskog goveda prikazani su svi troškovi, od čega najveći dio otpada na vlastito proizvedenu hranu za tovljenike i rad (skoro 80%), te ukupni mjesečni troškovi po grlu iznose 10.814 kuna. Usporedbom odnosa isplativosti prema konvencionalnom tovu goveda, tov Istarskog goveda je preko 60% skuplji i 2 mjeseca duži. S druge strane treba istaknuti da se kroz proizvodnju proizvoda s dodanom vrijednošću ostvaruju viši prodajni rezultati, što je prikazano kalkulacijom proizvodnje kobasice Kaparin koju najvećim dijelom čini meso Istarskog goveda. Ukupni troškovi proizvodnje kobasice Kaparin iznosili su 160,70 kuna/kg, pa je prodajna cijena od 205 kuna/kg dovoljna za pokriće troškova proizvodnje i ostvarivanje dobiti koja čini 21,6% ukupnog prihoda.

Uzgoj Istarskog goveda te proizvodnja mesnih proizvoda je isplativ posao, no ovisi o ostalim čimbenicima, kao što su poticaji koji se dobivaju prilikom uzgoja od strane države i lokalne zajednice. Sam proces uzgoja nije kompliciran, ali je nešto duži te bi se daljnjim širenjem uzgojnih kapaciteta moglo pridonijeti rastu populacije ove vrste i osigurati joj opstanak, ali i stabilne količine proizvoda Istarskog goveda na tržištu.

Na ovaj način ozbiljni uzgajivači i dalje mogu imati povoljan ekonomski rezultat svog proizvodnog procesa, a županija očuvati Istarsko govedo kao svoju autohtonu pasminu. Osim spomenutog, Boškarini žive na pašnjacima te su vrlo korisni u održavanju biološke raznolikosti Istre, a ugostitelji su dobili nove gastronomske brendove koje mogu nuditi svojim gostima kao jedinstvenu sirovinu lokalnog prostora, čime je obogaćena Istarska gastronomija.

### **Napomena**

Rad je izvod iz diplomskog rada Filipa Šimića, mag.ing.agr. naslova: „Ekonomska isplativost uzgoja Istarskog goveda”.

### **Literatura**

- Agencija za ruralni razvoj Istre (AZRRI) dostupno na: <http://www.azrri.hr/> (Pristupljeno: 31. listopada 2017.)
- Caput, P., Ivanković, A. (2006). Trajna zaštita Istarskog goveda gospodarskim iskorištavanjem u sustavu ruralnog razvitka Istre. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/4514> , (Pristupljeno: 31. listopada 2017.)
- Hrvatska poljoprivredna agencija: Zelena knjiga izvornih pasmina Hrvatske, dostupno na: [http://www.hpa.hr/wp-content/uploads/2014/08/ZELENA\\_KNJIGA\\_IZVORNIH\\_PASMINA\\_HRVATSKE\\_19082014.pdf](http://www.hpa.hr/wp-content/uploads/2014/08/ZELENA_KNJIGA_IZVORNIH_PASMINA_HRVATSKE_19082014.pdf) (Pristupljeno: 26. rujna 2017.)
- Šimić, F. (2017): Ekonomika isplativost uzgoja Istarskog goveda, Diplomski rad obranjen 28.09.2017.

## **Economic production of the Istrian cattle**

### **Abstract**

In this paper some organizational and economic conditions of the Istrian cattle production have been explored and the profitability as well as relation to the conventional cattle breeding evaluated. The main role of production, protection and promotion of Istrian cattle have the Agency for Rural Development of Istria, established with the aim of launching economic and development programs in the rural Istria. Due to the activities of the Agency in the promotion of the Istrian cattle, the incentives provided by the state and County, as well as economic indicators, there is an increasing interest for the breeding of Istrian cattle and the production of meat products which provide added value and enriched Istrian gastronomy.

**Key words:** economic viability, fattening, Istrian cattle, meat processing.

## Percepcija potrošača o intrinzičnim i ekstrinzičnim obilježjima voća i povrća na tržnicama i u trgovačkim lancima u Srbiji i Hrvatskoj

Vlade Zarić<sup>1</sup>, Marija Cerjak<sup>2</sup>, Borislav Rajković<sup>3</sup>, Martina Atelj<sup>2</sup>, Marina Tomić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Univerzitet u Beogradu, Beograd-Zemun, Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Srbija (vzaric@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup>Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies (IAMO), Theodor-Lieser-Str. 2, 06120 Halle (Saale), Germany

### Sažetak

Cilj ovog rada je bio utvrditi percepciju potrošača o intrinzičnim i ekstrinzičnim obilježjima voća i povrća na tržnicama i u trgovačkim lancima. Provedeno je osobno anketno ispitivanje na uzorku od 101 potrošača u Srbiji i 100 potrošača u Hrvatskoj. Najveći udio ispitanih potrošača iz Hrvatske i Srbije spremni su platiti do 10% veću cijenu za voće i povrće s tržnica, a pri kupnji voća i povrća najvažniji su im intrinzična obilježja svježina i okus. Potrošači iz obje zemlje bolje percipiraju voće i povrće koje se prodaje na tržnicama u odnosu na ono u trgovačkim lancima.

**Ključne riječi:** voće i povrće, tržnica, trgovački lanci, Hrvatska, Srbija

### Uvod

Struktura maloprodajnog tržišta u zemljama u razvoju se značajno promijenila pod utjecajem globalizacije te je uloga supermarketa u tim zemljama, uključujući i sektor hrane značajno porasla (Humphrey, 2007). Takav trend se javio i u zemljama središnje i istočne Europe sredinom odnosno krajem 90-ih godina prošlog stoljeća (Reardon i sur., 2004, Dries i sur., 2004). Međutim, kako se navodi u literaturi, udio prodaje svježih prehrambenih proizvoda u supermarketima je manji nego što je to slučaj s prerađevinama (Humphrey, 2007). Opisani trendovi su uočljivi i na tržištu Srbije i Hrvatske, pri čemu Srbija ima značajno lošiju strukturu maloprodajnih lanaca nego Hrvatska (Lovre i Papić Brankov, 2015). U Srbiji tržnice imaju veliki udio u ukupnom prometu povrća (76%) te manji, ali još uvijek značajan udio u prometu voća i grožđa (39%) (Miljković i Alčaković, 2015). Istraživanja provedena u Hrvatskoj pokazuju da je došlo do promjena u odabiru prodajnih kanala za svježe voće i povrće. Rezultati istraživanja provedenog među kupcima voća i povrća na tržnicama pokazalo je da je čak 93% hrvatskih potrošača redovito kupovalo voće i povrće na tržnicama 2002. godine (Kovačić i sur., 2002). Novije istraživanje provedeno među hrvatskim kupcima voća i povrća na tržnicama i u supermarketima pokazalo je da su tržnice najvažniji prodajni kanal za 41% ispitanika, a supermarketi za 46% ispitanika (Kovačić i sur., 2017). S obzirom na važnost tržnica i trgovačkih lanaca u prodaji voća i povrća u Srbiji i Hrvatskoj, cilj ovog rada je usporediti percepciju potrošača iz navedenih zemalja o intrinzičnim i ekstrinzičnim obilježjima voća i povrća u ta dva prodajna kanala.

### Materijal i metode

Za potrebe ovog rada provedeno je osobno anketno ispitivanje na tržnicama u Srbiji (sredinom 2016. godine) i u Hrvatskoj (početkom 2017. godine). Istraživanjem u Srbiji su obuhvaćeni ispitanici s tri tržnice u Beogradu, dok je u Republici Hrvatskoj istraživanje



provedeno na tržnicama u Zagrebu i Zadru. U istraživanju je sudjelovao 101 ispitanik iz Srbije i 100 ispitanika iz Hrvatske.

Anketni upitnik se sastojao od četiri skupine pitanja. Prva skupina pitanja se odnosila na sociodemografska obilježja. Druga skupina pitanja se odnosila na ponašanje u kupnji voća i povrća, dok se treća skupina pitanja odnosila na važnost pojedinih obilježja voća i povrća pri kupovini. Posljednja skupina pitanja obuhvaćala je pitanja vezana uz percepciju potrošača o intrinzičnim i ekstrinzičnim obilježjima voća i povrća na tržnicama u odnosu na trgovačke lance. Uz jednovarijantnu analizu podataka provedena je i ANOVA radi usporedbe važnosti pojedinih obilježja voća i povrća među ispitanicima u Srbiji i Hrvatskoj.

## Rezultati i rasprava

### Opis uzorka

U istraživanju provedenom u Srbiji sudjelovalo je 36% muškaraca te 64% žena. Najzastupljenija dobna skupina među srpskim ispitanicima je ona između 46 i 55 godina (22,2%) te u dobi 56-65 godina (20,2%). Ispitanika starijih od 65 godina ima 18,2%, dok je onih u dobi 36-45 godina 15,1%. Najmanji je udio ispitanika u dobi 26-35 godina (14,1%), 18-25 godina (9,1%) te onih mlađih od 18 godina (1%). Što se tiče obrazovanja, 47% ispitanika iz Srbije ima završenu srednju školu, 15% višu školu, 35% visoku školu, 2% magisterij i 1% doktorat. Čak 82% ispitanika anketiranih u Srbiji se izjasnio da upravo oni nabavljaju namirnice za kućanstvo. Među ispitanicima anketiranim u Republici Hrvatskoj zastupljen je veći udio žena (71%) u odnosu na muškarce (29%). Četvrtina ispitanika ima između 36 i 45 godina (25%), slijede oni s 46 do 55 godina (21%). Njih 16% pripada dobnoj skupini 18-25 te skupini 26-35 godina. Od 56-65 godina ima 13% ispitanika, a više od 65 godina njih 8%. Gotovo polovica ispitanika ima završenu višu ili visoku školu, slijede oni sa srednjoškolskim obrazovanjem (41%). Magisterij ili doktorat je završilo 8% ispitanika dok je 3% ispitanika sa završenom osnovnom školom. Njih 73% nabavlja namirnice za kućanstvo.

### Ponašanje u kupovini na tržnici

Ispitanici u Srbiji u prosjeku odlaze na tržnicu 2,7 puta tjedno, dok ispitanici u Hrvatskoj manje učestalo posjećuju tržnice (1,6 puta na tjedan). Kao što pokazuju podaci prikazani u tablici 1 ispitanici iz Hrvatske više planiraju kupovinu u trgovačkim lancima u odnosu na tržnice. Ispitanici iz Srbije se pak učestalije drže u potpunosti popisa namirnica pri kupovini na tržnici (46%) nego pri kupovini u trgovačkim lancima (29%).

Tablica 1. Planiranje kupovine na tržnicama i u trgovačkim lancima

	Srbija Trgovački (%)	Hrvatska lanci	Srbija Tržnice (%)	Hrvatska
U potpunosti odlučujem što ću kupiti na licu mjesta.	22	23	9	26
Odlučujem što ću kupiti na licu mjesta.	16	10	6	10
Niti odlučujem na licu mjesta, niti imam popis namirnica.	12	21	17	25
Imam popis namirnica koje ću kupiti.	21	23	22	18
U potpunosti se držim popisa namirnica.	29	23	46	21

Među ispitanicima iz Srbije je najviše onih koji su spremni platiti do 10% veću cijenu za voće i povrće s tržnice (34,7%). Slijede ispitanici koji nisu spremni platiti veću cijenu

(30,6%), dok je 18,4% ispitanika spremno platiti 10-20% veću cijenu za voće i povrće s tržnice. Jednak udio ispitanika je spreman platiti 20-30% i više od 30% veću cijenu za voće i povrće na tržnicama (8,2%). Jednako kao i među ispitanicima iz Srbije, ispitanici iz Hrvatske su najvećim dijelom spremni platiti do 10% veću cijenu za voće i povrće s tržnice (35%). Ipak, među ispitanicima iz Hrvatske je znatno manji udio onih koji nisu spremni platiti veću cijenu za voće i povrće s tržnice (14%). Čak 30% ispitanih su spremni platiti 10-20% veću cijenu, dok je njih 14% spremno platiti 20-30% veću cijenu. Najmanji je udio onih koji su za voće i povrće s tržnica spremni platiti preko 30% veću cijenu (7%).

### Važnost intrinzičnih i ekstrinzičnih obilježja voća i povrća

Ispitanicima u Srbiji su pri kupovini voća i povrća od intrinzičnih obilježja najvažniji svježina proizvoda i okus, a najmanje im je važan sadržaj korisnih tvari<sup>5</sup>. Slični rezultati su postignuti i među ispitanicima u Hrvatskoj, pri čemu je njima zdravstvena ispravnost više važna nego sprskim ispitanicima (tablica 2). Glede ekstrinzičnih obilježja, ispitanicima u Srbiji su najvažniji manja uporaba kemijskih sredstava, i ekološka proizvodnja, a cijena im je na trećem mjestu po važnosti. Za razliku od njih, ispitanicima iz Hrvatske je cijena najvažnije ekstrinzično obilježje, a za njom slijede podrijetlo i manja uporaba kemijskih sredstava. Važno je za naglasiti da rezultati ANOVA testa pokazuju da ne postoji statistički značajna razlika između ispitanika u Hrvatskoj i Srbiji s obzirom na važnost pojedinih obilježja pri kupovini voća i povrća ( $p > 0,05$ ).

Tablica 2. Važnost pojedinih obilježja pri kupovini voća i povrća

	Srbija		Hrvatska	
	Srednja vrijednost*	Standardna devijacija	Srednja vrijednost*	Standardna devijacija
Intrinzična obilježja				
Svježina proizvoda	4,94	0,44	4,40	0,93
Okus	4,80	0,49	4,33	0,82
Izgled i miris	4,54	0,73	4,21	0,83
Kvaliteta	4,47	0,88	4,15	0,79
Sadržaj korisnih tvari	3,88	1,49	3,97	1,00
Zdravstvena ispravnost	3,50	1,51	4,18	0,98
Ekstrinzična obilježja				
Manja uporaba kemijskih sredstava	4,57	0,85	3,77	1,15
Ekološka proizvodnja	4,23	1,26	3,54	1,20
Cijena	4,01	1,05	4,03	0,81
Podrijetlo	3,85	1,19	3,89	1,05
Blizina prodajnog mjesta	3,80	1,43	3,68	1,21
Podrijetlo od malih proizvođača	3,67	1,28	3,70	1,09

\* 1 – potpuno nevažno ... 5 – jako važno

### Percepcija potrošača o intrinzičnim i ekstrinzičnim obilježjima voća i povrća na tržnicama u odnosu na trgovačke lance

Kao što pokazuju rezultati prikazani u tablici 3, veći udio ispitanika iz Hrvatske i iz Srbije smatra da je cijena voća i povrća ujednačenija na tržnici nego u trgovačkim lancima. S druge pak strane, veći udio ispitanika iz obje zemlje smatra da su akcijske cijene voća i povrća više

<sup>5</sup> Navedeni podaci o važnosti obilježja voća i povrća u Srbiji objavljeni su u radu Zarić i sur., 2017.

zastupljene u trgovačkim lancima nego na tržnicama. Što se pak tiče ostalih ekstrinzičnih i intrinzičnih obilježja, ispitanici anketirani u Hrvatskoj i Srbiji smatraju da su kvaliteta, svježina proizvoda, zdravstvena ispravnost, sadržaj korisnih tvari, domaće podrijetlo, manja uporaba kemijskih sredstava i ekološka proizvodnja voća i povrća više zastupljeni na tržnicama nego u trgovačkim lancima. Međutim, treba naglasiti da tek polovica hrvatskih i 42% srpskih ispitanika smatra da je zdravstvena ispravnost voća i povrća bolja na tržnicama. Veći udio hrvatskih ispitanika percipira boljim voće i povrće na tržnicama u svim navedenim obilježjima osim u svježini proizvoda u odnosu na srpske ispitanike.

Tablica 3. Percepcija potrošača o obilježjima voća i povrća na tržnicama i u trgovačkim lancima

Obilježja voća i povrća	Srbija (% ispitanika)			Hrvatska (% ispitanika)		
	Tržnice	Trgovački lanci	Podjednako*	Tržnice	Trgovački lanci	Podjednako*
<b>Intrinzična obilježja</b>						
Kvaliteta	72	20	8	81	12	7
Svježina	89	5	6	81	10	9
Zdravstvena ispravnost	42	33	25	50	23	27
Sadržaj korisnih tvari	64	12	24	71	7	22
<b>Ekstrinzična obilježja</b>						
Ujednačena cijena	38	29	33	46	35	19
Akcijske cijene	14	64	22	36	57	7
Domaće podrijetlo	73	19	8	71	13	16
Manja uporaba kemijskih sredstava	53	24	23	70	7	23
Ekološka proizvodnja	41	17	42	69	7	24

\* udio ispitanika koji smatraju da je obilježje podjednako zastupljeno u oba prodajna kanala

## Zaključak

Rezultati istraživanja ukazuju na razlike u ponašanju ispitanih potrošača voća i povrća u Srbiji i Hrvatskoj s obzirom na učestalost posjećivanja tržnica pri čemu srpski potrošači češće odlaze na tržnice i češće unaprijed planiraju što će kupiti na tržnicama. S druge strane hrvatski potrošači češće unaprije planiraju kupovinu u trgovačkim lancima. Cjenovna spremnost je slična u obje države, odnosno u obje države najveću udio ispitanih potrošača je spreman platiti do 10% veću cijenu za voće i povrće s tržnice. Ispitanim potrošačima iz obje zemlje su pri kupovini voća i povrća očekivano najvažnija intrinzična obilježja svježina i okus. Od svih obilježja, potrošačima iz Srbije je najmanje važna zdravstvena ispravnost dok je potrošačima iz Hrvatske najmanje važna ekološka proizvodnja voća i povrća. Percepcija ispitanih potrošača iz obje zemlje o voću i povrću na tržnicama je bolja u odnosu na percepciju tih proizvoda u trgovačkim lancima. Ipak, iako vrlo malo srpskih ispitanika smatra voće i povrće u trgovačkim lancima svježim, značajan udio njih misli da je voće u trgovačkim lancima zdravstveno ispravnije (33%) te proizvedeno uz manju uporabu kemijskih sredstava (24%) nego voće i povrće s tržnica. Među hrvatskim ispitanicima je vrlo malo onih koji smatraju da trgovački lanci nude bolje voće i povrće. Na temelju rezultata ovog istraživanja moguće je zaključiti da su tržnice i dalje važan prodajni kanal za voće i

povrće u obje države jer potrošači percipiraju voće i povrće s tržnica kvalitetnijim u odnosu na ono iz trgovačkih lanaca.

## Literatura

- Dries, L., Reardon, T., Swinnen, J.F.M. (2004). The rapid rise of supermarkets in Central and Eastern Europe: Implications for the agrifood sector and rural development, *Development policy review*, 22 (5): 525–556
- Humphrey, J. (2007). The supermarket revolution in developing countries: tidal wave or tough competitive struggle? *Journal of Economic Geography*, 7: 433–450
- Kovačić D., Mesić Ž., Tomić M., Cerjak M. (2017). Zadovoljstvo potrošača kupnjom svežeg voća i povrća. Objavljeno u 52. hrvatski i 13. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera, Osijek: 145-149.
- Kovačić, D., Radman, M., Haas, R. (2002). Segmentation of city market customers in Croatia – Towards a marketing strategy for fruit and vegetable markets, *Die Bodenkultur*, 53(4): 207-216
- Lovre, K., Papić Brankov, T. (2015). The supermarket revolution in the Balkan countries: The case of Serbia, *Agroeconomia Croatica*, 5(1): 1-10
- Miljković, M., Alčaković, S. (2015). Kanali distribucije poljoprivrednih proizvoda sa posebnim osvrtom na pijace u Srbiji. Prezentirano na Synthesis 2015 - International Scientific Conference of IT and Business-Related Research. doi:10.15308/Synthesis-2015-599-602
- Reardon, T., Timmer, P., Berdegue, J. (2004). The rapid rise of supermarkets in developing countries: induced organizational, institutional, and technological change in agrifood systems, *Journal of agricultural and development economics*, 1(2): 168-18
- Zarić, V., Rajković, B., Ivanović, S. (2017). Razlozi i budućnost kupnje voća i povrća na tržnicama. Objavljeno u 52. hrvatski i 12. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera, Osijek: 191-194

## Consumer perception of intrinsic and extrinsic fruits and vegetables characteristics on open markets and retail chains in Serbia and Croatia

### Abstract

The aim of this paper was to identify consumer perceptions of intrinsic and extrinsic fruit and vegetables characteristics at open markets and in retail chains. A personal survey was conducted on a sample of 101 consumers in Serbia and 100 consumers in Croatia. The largest share of surveyed consumers from Croatia and Serbia is ready to pay up to 10% higher prices for fruits and vegetables from open markets. The most important characteristics in fruits and vegetables purchase are their intrinsic characteristics freshness and taste for all consumers. Consumers from both countries better perceive fruit and vegetables sold at open markets than those in retail chains.

**Key words:** fruit and vegetables, open market, retail chains, Croatia, Serbia

## Međunarodna suradnja i umrežavanje kao potpora razvoju poljoprivrednih savjetodavnih službi

Đurđica Žutinić<sup>1</sup>, Izabela Odeljan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Agronomski fakultet Sveučilište Zagreb, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska (dzutinic@agr.hr)*

<sup>2</sup>*Ante Starčevića 12, Varaždin, Hrvatska*

### Sažetak

Primarna uloga poljoprivrednih/ruralnih savjetodavnih službi jest osposobljavanje ljudskih resursa za prevladavanje brojnih izazova u modernoj poljoprivredi i ruralnim područjima. Ciljevi rada su ukazati na važnost umrežavanja poljoprivrednog savjetodavstva u Sustav znanja i inovacija u poljoprivredi, te opisati aktivnosti krovne globalne asocijacije i međunarodnih organizacija u Europi, koje promiču ulogu savjetodavnih službi u ruralnom razvoju i zastupaju njihove interese u političkom okruženju.

**Ključne riječi:** poljoprivredno/ruralno savjetodavstvo, suradnja, umrežavanje, institucijska potpora

### Uvod

U najširem smislu, poljoprivredno savjetodavstvo se određuje kao sustav koji prijenosom znanja i informacija i novih tehnologija, pomaže poljoprivrednim proizvođačima u razvoju njihovih tehničkih, organizacijskih, upravljačkih i praktičnih vještina, omogućuje njihovu bolju interakciju sa svim dionicima u lancu hrane i relevantnim institucijama u poljoprivredi i ruralnom razvoju (Christoplos, 2010). Uvođenjem koncepta integralnog ruralnog razvoja, u znanstvenom i političkom diskursu uvodi se i pojam ruralno savjetodavstvo koje podrazumijeva širi koncept savjetodavnih aktivnosti namijenjenih i nepoljoprivrednoj populaciji. Uz javne i privatne poljoprivredne savjetodavne službe, ruralno savjetodavstvo uključuje i dionike izvan sektora hrane kao davatelje ili primatelje usluga, npr. tvrtke, lokalne i međunarodne udruge civilnoga društva, sveučilišta, fondacije i donorne organizacije i dr.

Poljoprivredne/ruralne savjetodavne službe dobivaju sve značajniju ulogu u prevladavanju brojnih izazova kojima je izložena moderna poljoprivreda (rast globalne i lokalne konkurentnosti na tržištu hrane, rast svjetskog stanovništva, klimatske promjene, zahtjevi za održivim upravljanjem ekosustavima i dr.) i ruralne zajednice (demografsko starenje, iseljavanje mladih, siromaštvo i sl.). Recentna istraživanja argumentiraju potrebu širenja djelokruga savjetodavnih usluga, uvođenje novih pristupa i metoda u savjetodavnom radu, razvoj novih kompetencija savjetnika i snaženje kapaciteta lokalnih savjetodavnih službi (Swanson i Rajalahti, 2010., Christoplos, 2010., Ferroni i Zhou 2012).

### Materijal i metode

Ciljevi rada su ukazati na važnost umrežavanja poljoprivrednog savjetodavstva u Sustav znanja i inovacija u poljoprivredi (*Agricultural Knowledge and Innovation Systems - AKIS*), te opisati aktivnosti krovnih međunarodnih asocijacija koje promiču interese poljoprivrednih savjetodavnih službi, na globalnoj razini i u Europi. Analiza se temelji na literaturnim izvorima te dostupnim službenim dokumentima i web-stranicama odnosnih međunarodnih organizacija.

## Rezultati i rasprava

### Poljoprivredno savjetodavstvo u AKISu

Klasični jednolinijski model prijenosa znanja i inovacija u poljoprivredu, kombinira tri komponente: istraživanje – savjetodavstvo – edukaciju. Poljoprivredni savjetnici stječu stručno obrazovanje na poljoprivrednim i srodnim fakultetima, a u prijenosu novih znanja poljoprivrednicima, koriste rezultate disciplinarno usmjerenih istraživanja. Osnovni mehanizam ovog modela za modernizaciju poljoprivrede jest samo transfer (novih) znanja/tehnologija na farmu. Temelji se na *top-down* pristupu, tj. uskoj povezanosti nacionalnih istraživanja, visokog obrazovanja i savjetodavnih službi pod nadzorom resornog ministarstva (EU SCAR, 2012). Međutim, društveni, gospodarski i fizički uvjeti za razvoj poljoprivrede stalno se mijenjaju, to traži brzu prilagodbu proizvođača, ali i spremnost reagiranja na nove poslovne mogućnosti (Rajalahti, 2012). Uz tehnološke inovacije, za razvoj poljoprivrede i prehrambenog sektora, potrebne su i „inovacije o tome kako društvene zajednice shvaćaju i vrednuju svoje prehrambene sustave; inovacije o marketingu hrane; inicijative kojima se poljoprivredni i prehrambeni sustavi mogu usmjeravati na pravednost i održivost; kao i inovacije o boljim načinima upravljanja agroproizvodnim sustavima i prirodnim resursima zajedničkom suradnjom poljoprivrednika, vlada (politika), agrobiznisa i civilnog društva“ (Pyburn i Woodhill, 2014:8). Nadalje, internacionalizacija istraživanja te razvoj i primjena informacijsko- komunikacijskih tehnologija omogućuje brže generiranje ideja, razmjenu znanja i suradnju među različitim dionicima, te stari linerani model ustupa mjesto interaktivnom umreženom modelu - Sustavu znanja i inovacija u poljoprivredi (u nastavku izv. skr. AKIS). AKIS se može poimati kao konstruktivna i proaktivna platforma koja se uspostavlja na nacionalnoj (ili višoj regionalnoj razini<sup>6</sup>) radi identifikacije i umrežavanja svih dionika u lancu hrane, uključujući i javne upravno-administrativne službe i agencije, udruge potrošača i sl. Svrha je postizanje efektive suradnje, koordinacije i zajedničkog djelovanja u stvaranju i prijenosu znanja/inovacija u praksu. Osnovna polazišta u konceptualizaciji AKIS-a su 'interaktivni pristup'<sup>7</sup> i 'društveni kontekst inovacija'<sup>8</sup>. Može poslužiti kao alat za analizu i procjenu učinkovitosti upravljanja promjenama u poljoprivredi te na usklađivanju njenih proizvodnih sustava sa širim društvenim ciljevima (Dockès i sur. 2012).

Poljoprivredno savjetodavstvo može značajno doprinosti razvoju lokalnih poljoprivreda i ruralnih područja te savjetodavne službe javne i/ili privatne, ne treba smatrati zasebnim organizacijama, već umreženim, integralnim djelom AKIS-a. Te službe, uz pružanje tehničko-tehnoloških savjeta i informacija te edukacije poljoprivrednika, imaju povezujuću ulogu u razmjeni znanja koja podupiru društveno-kulturnu, ekonomsku (diverzifikacija ruralnog gospodarstva) i okolišnu dimenziju održivog ruralnog razvoja. Umrežavanje i suradnja savjetodavnih službi s ostalim dionicima AKIS-a, omogućuje bržu primjenu znanja/inovacija u praksu. Međutim, za učinkovit savjetodavni rad potrebni su novi pristupi u planiranju savjetodavnih aktivnosti: usmjerenost ka uslugama koje korisnici traže (*demand-driven*); usluge temeljene na inovacijama (*up to date*) i koje omogućuju korisnicima tržišnu konkurentnost (*market-driven*); participativni pristup u savjetodavnom

<sup>6</sup> U Europskoj uniji koncept AKIS-a je razradila radna grupa CWG – *Collaborative Working Group* u suradnji sa Stalnim odborom za poljoprivredna istraživanja (*Standing Committee on Agricultural Research* - SCAR).

<sup>7</sup> Interaktivni pristup je podjednako važan za razmjenu znanja među dionicima, kao i za kreiranje inovativnih rješenja. Europska unija (EU) podupire Europsko inovacijsko partnerstvo (EIP) kroz operativne grupe koje uz znanstvenike/istraživače okupljaju organizacije poljoprivrednika, poduzetnike i ostale dionike, koji zajedno rade na projektima na razvoju praktičnih rješenja ili inovativnih ideja. Primjer takve operativne grupe je EIP-AGRI (*The European Innovation Partnership for Agricultural productivity and Sustainability*) koju finacijski podržava EU fond za ruralni razvoj i Obzor 2020.

<sup>8</sup> U poljoprivredi i ruralnom razvoju koncept socijalna inovacija podrazumijeva ishode društvenog inovativnog procesa učenja te društvene procese koji se smatraju bitnima za ostvarenje održivog poljoprivrednog sustava i vitalnosti ruralnih zajednica (Dockès i sur. 2012). Uključuje široki spektar inovacija od novih proizvoda, praksi i metoda, usluga, načina bolje suradnje i dr.

radu; usmjerenost na osposobljavanje ljudskih potencijala za samostalno djelovanje; i pluralizam usluga (Swanson i Rajalahti, 2010). Pluralizam u savjetodavnim uslugama omogućuje da se bolje kapitaliziraju komparativne prednosti lokalne poljoprivrede te prirodna i kulturna baština ruralnih zajednica.

### **Institucionalna potpora razvoju savjetodavnih službi na globalnoj razini**

Zadaća institucionalne potpore u poljoprivrednom savjetodavstvu je promovirati ulogu savjetodavnih službi u ruralnom razvoju te pružiti sve oblike pomoći koje doprinose boljoj organizaciji i unaprjeđenju savjetodavnog rada.

Krovni svjetski savez je Globani forum za ruralne savjetodavne službe (*Global Forum for Rural Advisory Services* – GFRAS) koji je utemeljen 2010. god., sa svrhom uspostave suradnje i dijaloga između njegovih članova i međunarodnih razvojnih organizacija koje financijski pomažu razvoj ruralnih područja (FAO, Svjetska banka i dr.). Osnovne funkcije GFRAS-a su: (a) lobiranje za poboljšanje ulaganja u savjetodavne usluge u okviru dijaloga s globalnim politikama i dionicima u ruralnom razvoju; (b) pružanje potpore u razvoju i sintezi modernih pristupa u savjetodavnom radu i kreiranju nacionalnih politika i strategija razvoja savjetodavnih službi; i (c) snaženje kapaciteta i kompetencija savjetodavnih službi (GFRAS, 2012). Članovi GFRAS-a su globalne kontinentalne i subregionalne mreže i organizacije u ruralnom savjetodavstvu koje povezuju nacionalne i lokalne savjetodavne službe iz javnog i privatnog sektora i civilnog društva. Dosad u GFRAS je uključeno 17 mreža/saveza sa svih kontinenata. Sjedište i tajništvo foruma je u Švicarskoj, a na čelu mu je upravni odbor sastavljen od dvanaest članova. Stalni član upravnog odbora je predstavnik Švicarske udruge za razvoj poljoprivrede i ruralnih područja (*Swiss Association for the Development of Agriculture and Rural Areas* - Agridea). Pet članova su predstavnici regionalnih saveza/mreža savjetodavnih službi iz pojedinih geografskih regija, a preostali predstavnici međunarodnih razvojnih organizacija i donatora.

Glavni instrument djelovanja foruma su godišnje skupštine koje se organiziraju pod pokroviteljstvom regionalnih saveza. Tu se planiraju smjernice za unaprjeđenje ruralnog savjetodavstva te determiniraju operativni planovi i aktivnosti GFRAS-a. U nadležnosti upravnog odbora je i formiranje tematskih radnih grupa koje čine pet do deset odabranih stručnjaka iz redova partnera i članova. Radne grupe djeluju kao savjetodavno tijelo upravnog odbora, a zadaća im je priprema edukativnih materijala (brošura i vodiča) koji su digitalnim repozitorijem dostupni korisnicima. GFRAS inicira i osnivanje nacionalnih foruma (*country fora*), dosad su osnovani u trideset zemalja, uglavnom u Africi, južnoj Americi i Aziji. Ti forumi okupljaju poljoprivrednike, savjetnike i ostale dionike, koji na partnerskoj osnovi, raspravljaju o problemima i prioritetima razvoja nacionalne poljoprivrede i ruralnih područja. Svoje zaključke i zahtjeve upućuju na više razine, te tako određuju ključne aktivnosti i smjer djelovanja svojih regionalnih mreža, kao i GFRAS-a.

### **Institucionalna potpora razvoju savjetodavnih službi u Europi**

U Europi postoji nekoliko asocijacija koje pružaju podršku razvoju i profesionalizaciji rada poljoprivrednih savjetodavnih službi. Najstarija asocijacija je Međunarodna akademija savjetnika u poljoprivredi i obiteljskom poduzetništvu (*Internationalen Akademie -land und hauswirtschaftlicher Beraterinnen und Berater* - IALB), koja je osnovana 1961. god.

U početku, udruženje je okupljalo samo savjetnike/konzultante iz država njemačkog govornog područja, a tijekom vremena proširuje članstvo i iz drugih država Europe. Početkom 2017. god., u mrežu je bilo uključeno 526 savjetnika i 30 organizacija i savjetodavnih službi iz 13 europskih država (IALB, 2017). Organiziranjem godišnjih konferencija i seminara gdje se razmjenjuju znanja i iskustava o suvremenim trendovima i

najboljim praksama u poljoprivredi i ruralnom razvoju, IALB nastoji unaprijediti kvalitetu savjetodavnog rada. Na seminarima poznatim pod nazivom IALB-dani, organiziraju se stručna predavanja i interaktivne radionice, gdje se mlađi savjetnici obučavaju o primjeni suvremenih savjetodavnih metoda i projektnom radu (IALB, 2011). Najveće postignuće IALB-a je razvoj standarda za program stručnog usavršavanja ruralnih savjetnika. Grupa IALB stručnjaka je izradila prvi europski modularni program obuke i međunarodni Certifikat za europske konzultante u ruralnim područjima (*Certificate for European Consultants in Rural Areas* - CECRA). Taj program obuke provodi se od 2015. god.

Krovna asocijacija u Europi je Europski forum za poljoprivredne i ruralne savjetodavne službe (*European Forum for Agricultural and Rural Advisory Services* – EUFRAS), koji je osnovan u Berlinu 2013. god. Predstavlja udruženje 35 javnih i privatnih savjetodavnih službi iz 24 europske države. U političkom okruženju EUFRAS je „glas“ koji zastupa interese svojega članstva. Ciljevi EUFRAS-a su: poboljšati kvalitetu i učinkovitost rada savjetodavnih službi; promicati stvaranje i prijenos inovacija i znanja u području poljoprivrede i ruralnog razvoja; unaprijediti razmjenu iskustava i znanja između poljoprivrednog savjetodavstva, znanosti i prakse; omogućiti bolju suradnju među poljoprivrednim/ruralnim savjetodavnim službama u Europi; te osigurati razmjenu informacija i dijalog s kreatorima politika (EU komisija) i s drugim poljoprivrednim organizacijama, tvrtkama i ustanovama za stručno usavršavanje odraslih osoba (EUFRAS, 2016). Također, zadaća mu je pružanje podrške istraživanjima o savjetodavnoj metodologiji i organizaciji ruralnog savjetodavstva, organizacija treninga i seminara te pomoć u izradi i upravljanju transnacionalnim projektima. EUFRAS je uz IALB i ovlaštene organizacije zastupljene u mreži, pružatelj certifikata CECRA. Dio je i globalne mreže GFRAS-a.

Godine 2015. na 2. Regionalnoj konferenciji savjetodavnih službi jugoistočne Europe u Bugarskoj, osnovana je Mreža savjetodavnih službi jugoistočne Europe (*South Eastern Europe Advisory Services Network* – SEANS). Mrežu čine savjetodavne službe, organizacije i udruge koje djeluju u poljoprivredi i ruralnom razvoju iz Austrije, Bugarske, Hrvatske, Kosova, Mađarske, Makedonije, Slovenije i Srbije. Ciljevi mreže su osigurati razmjenu znanja i iskustava o savjetodavnom radu i bolju projektnu suradnju među članicama, sa svrhom unaprjeđenja poljoprivrednog savjetodavstva regije. Predsjednik mreže je M. Husnjak iz Savjetodavne službe Hrvatske, koji zastupa mrežu i u EUFRAS-u.

Europska federacija savjetnika u poljoprivredi (*The European Federation of Agricultural Consultants* – EFAC) je nezavisna mreža profesionalnih konzultantskih organizacija i tvrtki. Osnovana je 1997. god., radi zastupanja pravnih, finacijski i ekonomskih interesa svojih članova u političkim strukturama EU i drugim međunarodnim institucijama. Članice mreže su konzultantske organizacije iz Danske, Francuske, Njemačke, Nizozemske, Norveške, Švedske, Španjolske i Belgije. Aktivnosti EFAC-a su usmjerene na rješavanje pitanja porezne, finacijske i tržišne regulacije profitnih organizacija u poljoprivrednom savjetodavstvu (Odeljan, 2015).

## Zaključak

Poljoprivredne savjetodavne službe imaju važnu ulogu u prijenosu novih znanja i inovativnih rješenja koja doprinose razvoju održive poljoprivrede i podizanju kvalitete života ruralnih zajednica. Za uspješniji savjetodavni rad potrebna je suradnja i umrežavanje savjetodavnih službi sa svim dionicima u poljoprivredi i ruralnom razvoju. Stoga te službe ne treba smatrati zasebnim organizacijama već umreženim, integralnim djelom Sustava znanja i inovacija u poljoprivredi.



Radi zastupanja interesa savjetodavnih službi u političkom okruženju i unaprjeđenja savjetodavnog rada, na svjetskoj razini djeluje Globalni forum za ruralne savjetodavne službe. Krovna asocijacija u Europi koja pruža podršku razvoju i profesionalizaciji savjetodavnog rada, je Europski forum za poljoprivredne i ruralne savjetodavne službe.

## Literatura

- Christoplos, I., (2010). Mobilizing the potential of rural and agricultural extension., pp. 1-12. FAO - Office of Knowledge Exchange, Research and Extension, GRFS. Rome.
- Dockès, A.C., Tisenkopfs, T., Bock, B. B. (2012). The Concept of Agricultural Knowledge and Innovation System. In *Agricultural Knowledge and Innovation Systems in Transition — a reflection paper*. pp. 23-39. Publications Office of the EU. Luxembourg.
- EU SCAR (2012). Agricultural Knowledge and Innovation Systems in Transition- a reflection paper, Brussels, 2013. Dostupno: [http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ki3211999enc\\_002.pdf](http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ki3211999enc_002.pdf)
- EUFRAS. Available online: <http://www.eufRAS.eu/>
- EUFRAS (2016). Statutes of Association, ratified in Paris by General Meeting Decision, No 8. Available online: [http://www.eufRAS.eu/images/about-us/Statutes\\_EUFRAS.pdf](http://www.eufRAS.eu/images/about-us/Statutes_EUFRAS.pdf)
- Ferroni, M., Zhou, Y. (2012). Achievements and Challenges in Agricultural Extension in India. *Global Journal of Emerging Market Economies*. Vol. 4 (3): 319-346.
- GFRAS -Global Forum for Rural Advisory Services. <http://www.g-fras.org/en/>
- GFRAS (2012). Building knowledge systems in agriculture: Five key areas for mobilising the potential of extension and advisory services. Position Paper. June 2012. Eric M.(ed.) Available online: <http://eLibrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/127546>
- IALB. (2011). IALB-Proposal. - <https://www.ialb.org/index.php/internationale-vernetzung>
- Pyburn, R., Woodhill, J. (2014). Dynamics of Rural Innovation. In *Dynamics of Rural Innovation – A primer for emerging professionals*. Pyburn, R. and J. Woodhill (eds.). pp. 1-14. LM Publishers, Arnhem.
- Odeljan, I (2015). Međunarodna suradnja i institucijska potpora poljoprivrednom savjetodavstvu. diplomski rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
- Rajalahti, R. (2012). Sourcebook Overview and User Guide. In: *Agricultural Innovation Systems: An Investment Sourcebook*. pp.1-13. The World Bank, Washington, DC.
- Swanson, B. E., Rajalahti, R. (2010). Strengthening Agricultural Extension and Advisory Systems: Procedures for Assessing, Transforming, and Evaluating Extension Systems, ARD. World Bank. Washington.

## International collaboration and networking as support for improving agricultural advisory services

### Abstract

The primary role of agricultural/rural advisory services is the development of human resources for overcoming the challenges modern agriculture and rural areas face. The aims of this paper are to emphasize the importance of networking of agricultural extension into the Agricultural Knowledge and Innovation System (AKIS) and to describe the activities of main global Forum and international associations in Europe, which promote the role of advisory services in rural development and represent their interests in the political environment.

**Key words:** agricultural/rural extension, collaboration, networking, institutional support

**Genetika,  
 oplemenjivanje bilja  
 i sjemenarstvo**

**03**

**Genetics,  
 Plant Breeding and  
 Seed Production**



## Procjena utjecaja zaraženosti *Fusariumom* na agronomska svojstva pšenice

Ivan Abičić<sup>1</sup>, Bojan Šarkanj<sup>2</sup>, Tihana Marček<sup>2</sup>, Valentina Španić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, Osijek, Hrvatska (ivan.abicic@poljininos.hr)

<sup>2</sup>Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Franje Kuhača 20, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Fuzarijska palež klasa predstavlja značajnu bolest žitarica u svijetu s posljedicom smanjenja uroda i kvalitete zrna, te kontaminacije prehrambenih proizvoda mikotoksinima. Istraživanjem je obuhvaćeno 25 domaćih i stranih ozimih sorata pšenice, kako bi procijenili razinu utjecaja bolesti na agronomska svojstva (urod zrna, hektolitar, masa 1000 zrna, visina biljke i broj zrna/klasu), te na temelju toga razdvojili potencijalno otporan od neotpornog sortimenta. Analizom varijance je utvrđen značajan učinak tretmana na svojstva urod zrna i broj zrna/klasu. Rezultati analize primarnih komponenti su fiksirali istraživani sortiment u pojedinačne grupe prema bi-plot vektorima, čime se izdvajaju sorte: Divana, Vulkan i Kraljica (domaći); te Apache, Renan i Graindor (strani).

**Ključne riječi:** *Fusarium*, pšenica, sorta, svojstva, otpornost

### Uvod

Oplemenjivači pšenice (*Triticum aestivum* L.) već duži niz godina nastoje razviti sorte otporne na fuzarijsku palež klasa. Vrste roda *Fusarium*, kao uzročnici ove bolesti, su izuzetno prilagodljive, čime su posebno negativan naglasak među akademskom zajednicom u svijetu stvorile nove spoznaje o izrazitim utjecajima mikotoksina na zdravlje ljudi i životinja. Kao jedna od komponenti globalno aktualnog termina „sigurnost hrane“, mikotoksini sve više privlače pozornost istraživača u potrazi za rješenjima, odnosno neutralizacijom i/ili ublažavanjem utjecaja ovoga, ali i drugih uzročnika bolesti koje se smatra glavnim propagatorima kontaminacije. Svojstvo otpornosti na *Fusarium* kod pšenice je kompleksno nasljedno svojstvo, što dodatno otežava razvoj otpornog i agronomski prilagođenog sortimenta za proizvodnju hrane. Do sada, oplemenjivači nisu imali značajnog uspjeha u kreiranju sorata koje bi u potpunosti bile otporne na fuzarijsku palež klasa (Korbas i Horoszkiewicz-Janka, 2007.), iako oplemenjivanje upravo s tim ciljem predstavlja neizostavnu dugoročnu strategiju. Sjetva sa sjemenom zaraženim *Fusariumom* rezultira narušenim sklopom usjeva radi posljedičnog propadanja klijanaca (Timmermans i sur., 2009.). U mnogim je izvještajima do sada potvrđeno kako je najbolja metoda za smanjenje gubitaka uzrokovanih djelovanjem ove bolesti odabir otpornoga sortimenta u kombinaciji s upotrebom kemijskih sredstava, ali i implementaciji dobre poljoprivredne prakse (Blandino i sur., 2012.; Clark i sur., 2009.; Willyerd i sur., 2012.). Agronomski zahvati kao što su rotacija usjeva, adekvatna gnojidba mineralnim gnojivima, obogaćivanje tla organskim tvarima, strojna obrada i dr., imaju glavnu ulogu u upravljanju rizicima *Fusariumom* izazvanih bolesti (Wegulo i sur., 2015.). Trenutno se optimalnim korištenjem spomenute agronomske prakse, kao i upotrebom fungicidne zaštite mogu samo djelomično umanjiti rizici oštećivanja biljaka, odnosno poljoprivrednih usjeva. Pojedine studije navode kako tretman fungicidima može smanjiti infekciju do 15 % (Španić i sur., 2011.), dok drugi autori navode još viši učinak do čak 50 % redukcije zaraženosti (Miedaner i sur., 2009.). Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti razinu utjecaja bolesti fuzarijske paleži klasa na domaći i strani priznati sortiment ozime pšenice, odnosno inokulacije (tretmana) na mjerena agronomska svojstva.

## Materijal i metode

Poljski pokus je proveden tijekom vegetacijske sezone 2015./2016. na Poljoprivrednom institutu Osijek (45°32'N, 18°44'E), gdje je dominantan tip tla eutrični kambisol. Veličina eksperimentalne parcele iznosila je 7.56 m<sup>2</sup>, gdje su tretmanom u dva bloka obuhvaćene po dvije replikacije (kontrola i umjetna inokulacija). Sorte ozime pšenice uključene u ovo istraživanje prikazane su u Tablici 1. Umjetna inokulacija s *F. culmorum* i *F. graminearum* izvršena je tijekom faze cvatnje (Zadoks skala br. 65; Zadoks i sur., 1974.) pomoću traktorske prskalice u kasnim popodnevnim satima. Izvršeno je i ponovljeno tretiranje dva dana nakon prvog. Kako bi se održala optimalna vlažnost u zoni klasa radi što uspješnijeg razvoja konidija/zaraze, traktorskom prskalicom je, u više navrata tijekom dana, dozirana određena količina obične vode. Promatrana agronomska svojstva su: urod zrna (dt ha<sup>-1</sup>), hektolitarska masa (kg hl<sup>-1</sup>), masa 1000 zrna (g), visina biljke (cm) i broj zrna/klasu.

Tablica 1. Lista sortimenta pšenice uključene u istraživanje

Genotipovi	Porijeklo*	Godina priznavanja
GOLUBICA	HR, PIO	1997.
SUPER ŽITARKA	HR, PIO	1997.
BC ANICA	HR, BC	2010.
SANA	HR, BC	1983.
ŽITARKA	HR, PIO	1985.
OS ALKA	HR, PIO	2003.
KATARINA	HR, PIO	2006.
BASTIDE	FRA	2003.
FELIX	HR, PIO	2007.
U1	HR, PIO	1936.
BEZOSTAYA-1	Bivši SSSR	1955.
SRPANJKA	HR, PIO	1989.
FLAMURA 85	RUM	1989.
DIVANA	HR, JS	1995.
APACHE	FRA	1998.
LUCIJA	HR, PIO	2001.
DROPIA	RUM	2006.
RENATA	HR, PIO	2006.
OLIMPIJA	HR, PIO	2009.
VULKAN	HR, PIO	2009.
KRALJICA	HR, PIO	2010.
ANTONIJA	HR, PIO	2011.
SIRBAN PROLIFIC	MAĐ	1905.
RENAN	FRA	1991.
GRAINDOR	FRA	2006.

\*PIO-Poljoprivredni institut Osijek, JS-Jošć sjeme, BC-BC institut, HR – Hrvatska, FRA – Francuska, SSSR – Savez sovjetskih socijalističkih republika; RUM – Rumunjska; MAĐ – Mađarska

Inokulum je sadržavao konidije *F. culmorum*, izrazito agresivnog DON kemotipa, dobivenog od strane Instituta za biotehnologiju, IFA-Tulln, Austrija. Proizvodnja makrokonidija *F. culmorum* zahtjevala je mješavinu pšeničnog i raženog zrna (omjer volumena 3:1) koje je natopljeno preko noći u staklenim posudama zapremine 250 ml (Snijders i Van Eeuwijk, 1991.). Voda je nakon toga odstranjena a zrno je autoklavirano.

Nakon zasijavanja zrna *Fusariumom*, ista su čuvana na 25°C u mračnom prostoru dva tjedna i nakon toga inkubirana u hladnjaku iduća tri tjedna. Konidije su oprane sa zrna i podešena je njihova koncentracija u otopini na  $1 \times 10^5 \text{ ml}^{-1}$  prema očitavanju s hemocitometra. Također, u inokulat je dodana i vrsta *F. graminearum*, koja je izolirana na pšenicama u RH, te spore umnožene pomoću *Bubble breeding* metode. Suspenzija spora je podešena na koncentraciju koja odgovara dovoljnoj količini spora u jednoj boci (>900 ml) iz koje je moguće daljnje razrjeđenje u 100 l vode netom prije inokulacije ( $100 \text{ ml m}^{-2}$ ).

Utjecaj tretmana (inokulacije) na agronomska svojstva utvrđen je jednofaktorijelnom analizom varijance. Analiza varijance je provedena pomoću programskog paketa CropStat 7.2 (IRRI, Manila, Filipini; 2008.). Također je provedena analiza primarnih komponenti (PCA), radi utvrđivanja pripadnosti sorata pojedinim grupama spram projiciranih bi-plot vektora za promatrana svojstva, pomoću PAST 3.0 (Hammer i sur., 2001.) računalnog programa.

## Rezultati i rasprava

Očekivano se za svojstvo uroda zrna primjećuje pad kod inokuliranog materijala, što je u skladu s prijašnjim istraživanjima (Wegulo i sur., 2015.; Wenda-Piesik i sur., 2017.). Po svojstvu hektolitarske mase najviši rezultat ostvarila je sorta Renan ( $80,60 \text{ kg hl}^{-1}$  – kontrola;  $79,95 \text{ kg hl}^{-1}$  – inokulat), a svojstvo mase 1000 zrna je pokazalo najviši rezultat kod sorte Dropia ( $52,85 \text{ g}$  – kontrola;  $50,75 \text{ g}$  – inokulat). Analizom varijance utvrđeni su značajni učinci tretmana (inokulacije) na svojstva urod zrna i broj zrna po klasu (Tablica 2). Zamijećen je porast broja zrna po klasu kod inokuliranih sorata, međutim takva zrna su u pravilu štura i slabo formirana što se u pravilu očituje nešto nižim vrijednostima hektolitarske mase i/ili mase 1000 zrna (Wenda-Piesik i sur., 2017.), a to rezultati i ovoga istraživanja u određenoj mjeri potvrđuju. Obzirom na kompleksnost interakcije domaćin/patogen/okolina, ovo istraživanje treba ponoviti kroz više godina/lokacija kako bi sa sigurnošću mogli govoriti o otpornosti specifičnog genotipa.

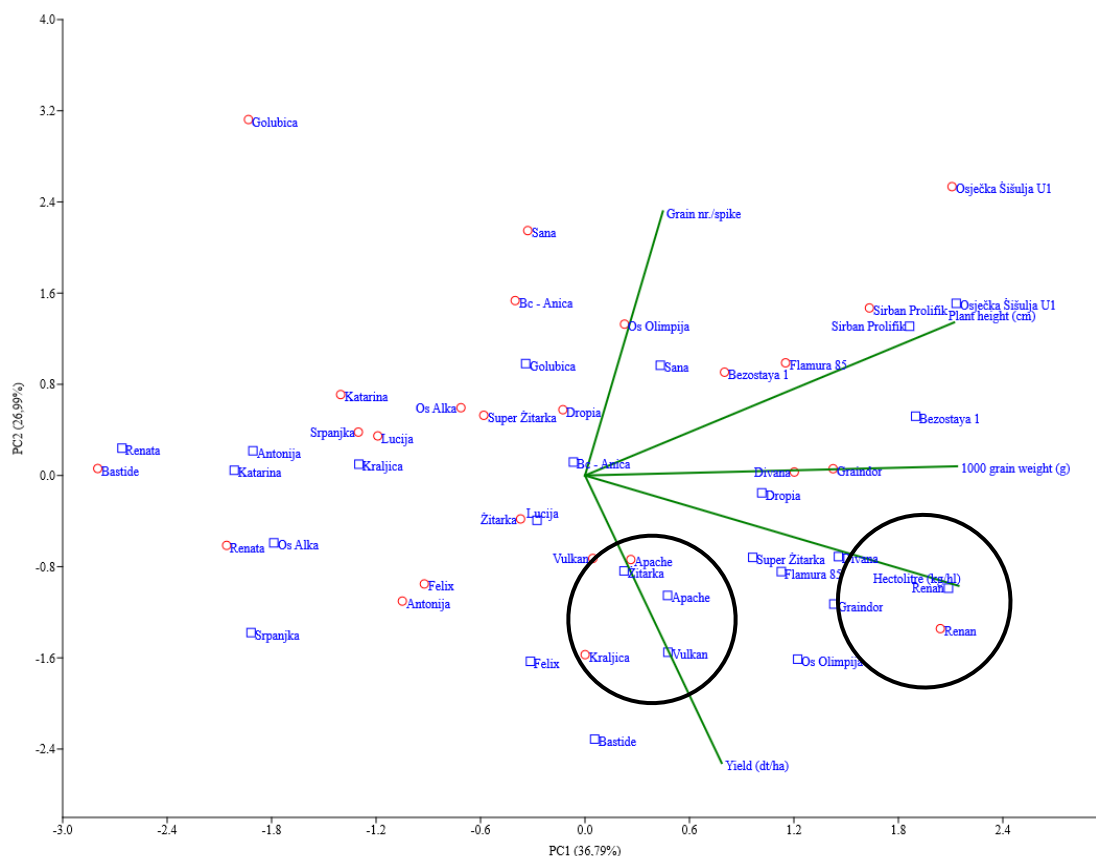
Tablica 2. Vrijednosti ANOVA-e izračunate za ozimu pšenicu ( $n = 25$ ,  $df = 1$ ) uz tretman inokulacije prema prosječnim iznosima promatranih agronomskih svojstava.

Agronomsko svojstvo	Broj opažanja	Prosječna vrijednost		Suma kvadrata		Tretman (inokulacija)
		Kontrola ( $n = 25$ )	Tretman ( $n = 25$ )	Ukupna	Rezidualna	
Urod zrna ( $\text{dt ha}^{-1}$ )	50	73,59	65,52	12,95	12,41	<b>0,024*</b>
Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ )	50	74,80	72,84	4,64	4,58	<b>0,132<sup>n.s.</sup></b>
Masa 1000 zrna (g)	50	42,91	42,80	5,20	5,15	<b>0,935<sup>n.s.</sup></b>
Visina biljke (cm)	50	98,40	97,84	18,36	18,18	<b>0,911<sup>n.s.</sup></b>
Broj zrna/klasu	50	17,16	17,88	1,56	1,53	<b>0,098*</b>

\* – utvrđena značajna razlika  $F = 0,01$ ; **n.s.** – nema značajne razlike

Pregledom 2DPCA grafičkog prikaza (Grafikon 1.) utvrđene su grupe ozimih pšenica koje su analogne odnosima prosječnih vrijednosti promatranih agronomskih svojstava. Ukupna varijabilnost koju grafički prikaz opisuje prema primarnim komponentama iznosi 63,78 %. Grupe sorata koje su se formirale oko ili na bi-plot vektorima smatramo usko vezanima za svojstvo koje isti ocrtavaju i to po principu korelacije. Posebno možemo istaknuti one genotipove koji formiraju grupu istoga naziva/sorte, ali dolaze iz kontrolne i tretman

skupine, što ukazuje na relativnu stabilnost rezultata prilikom utjecaja tretmana. Prema tome, mogu se istaknuti u prvom redu sorte Vulkan, Divana i Kraljica koje su domaće sorte, te od stranog sortimenta Apache, zatim Renan i Graindor (kontrola i inokulat u zajedničkoj grupi – blizu bi-plot vektora za svojstva od interesa) (Grafikon 1). Ovakvim prikazom se vizualno i relativno lako može utvrditi područje od interesa spram opisanih vektora i naznačenih svojstava, što može olakšati oplemenjivaču odabir kandidata za daljnji tijek selekcije.



Grafikon 1. 2DPCA grafički prikaz sortimenta ozime pšenice ( $n = 25$ ) u odnosu na bi-plot vektore promatranih svojstava. Napomena: plavim kvadratom je označen kontrolni, a crvenim krugom inokuliran materijal; ovalima su označene grupe otpornog sortimenta.

## Zaključak

Oplemenjivački pristup rješavanju problematike otpornosti na fuzarijsku palež klasa kod ozime pšenice je dugotrajan i mukotrpan proces, zato što osim kompleksnosti svojstva kao takvog još uvijek ne postoji adekvatno rješenje u vidu pouzdanih izvora otpornosti. Ovakav tip istraživanja može pridonijeti pronalasku rješenja, jer s agronomske strane pruža praktičan aspekt testiranja sortimenta koji može biti iznova testiran, kako kroz godine tako i na različitim lokacijama.

## Napomena

Istraživanja potrebna za ovaj rad dio su projekta HRZZ-UIP-2014-9188 kojeg financira Hrvatska zaklada za znanost.

## Literatura

- Blandino, M., Haidukowski, M., Pascale, M., Plizzari, L., Scudellari, D. and Reyneri, A. (2012). Integrated strategies for the control of fusarium head blight and deoxynivalenol contamination in winter wheat. *Field Crops Research*, 133, 139–149.
- Clark, B., Jorgensen, L. N., Antichi, D., Góral, T., Gouache, D., Hornok, L., Jahn, M., Lucas, P., Rolland B., and Schepers, H. (2009). Strategies to control *Fusarium* ear blight and mycotoxin production in wheat. From Science to Field. Wheat Case Study — Guide Number 2. ENDURE [<http://www.edndure-network.eu>]
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01)
- International Rice Research Institute - IRRI (2008). CropStat for Windows, version 7.2. Philippines, e-mail: GMcLaren@cgiar.org
- Korbas, M. and Horoszkiewicz-Janka, J. (2007). Significance and possibilities of harmfulness reduction of fungal metabolites. *Progress in Plant Protection*, 47, 141–148.
- Miedaner, T., Wilde, F., Korzun, V., Ebmeyer, E., Schmolke, M., Hartl, L. and Schon, C.C. (2009). Marker selection for *Fusarium* head blight resistance based on quantitative trait loci (QTL) from two European sources compared to phenotypic selection in winter wheat. *Euphytica*, 166, 219–227.
- Snijders, C.H.A. and Van Eeuwijk, F.A. (1991.). Genotype X strain interactions for resistance to *Fusarium* head blight caused by *Fusarium culmorum* in winter wheat. *Theor Appl Genet*, 81, 239–244.
- Španić, V., Lemmens, M., Drezner, G. and Dvojkovic, K. (2011). Interrelations between height of winter wheat genotypes and resistance to fusarium head blight (FHB). *Rom Agric Res*, 28, 43–48.
- Timmermans, B.G.H., Osman, A. M. and van der Burgt, G.J.H.M. (2009). Differences between spring wheat cultivars in tolerance to *Fusarium* seedling blight under organic field conditions. *European Journal of Plant Pathology*, 125, 377–386.
- Willyerd, K.T., Li, C., Madden, L.V., Bradley, C.A., Bergstrom, GC., Sweets, L.E., McMullen, M., Ransom, J. K., Grybauskas, A., Osborne, L., Wegulo, S.N., Hershman, D.E., Wise, K., Bockus, W.W., Groth, D., Dill-Macky, R., Milus, E., Esker, P.D., Waxman, K.D., Adee, E. A., Ebelhar, S.E., Young, B.G. and Paul, P.A. (2012). Efficacy and stability of integrating fungicide and cultivar resistance to manage fusarium head blight and deoxynivalenol in wheat. *Plant Disease*, 96, 957–967.
- Wegulo, S.N., Baenziger, P.S., Nopsa, J.H., Bockus, W.W. and Hallen-Adams, H. (2015). Management of *Fusarium* head blight of wheat and barley. *Crop Protection*, 73, 100–107.
- Wenda-Piesik A., Lemańczyk G., Twarużek A. Błajet-Kosicka M. Kazek J. Grajewski Eur J Plant Pathol (2017) 149: 515. <https://doi.org/10.1007/s10658-017-1200-2>
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., & Konzac, F.C. (1974.). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res*, 14, 415–421.

## Estimate of Fusarium influence on wheat agronomic traits

### Abstract

*Fusarium* Head Blight represents a significant cereal disease with consequence of lowering grain yield and contaminating food products with mycotoxins. This research was done on domestic and foreign 25 winter wheat varieties in order to estimate the level of disease influence on agronomic traits (grain yield, hectoliter, 1000 grain mass, plant height and grain number/spike), with aim to group potentially resistant from non-resistant varieties. Analysis of variance confirmed significant effect of treatment to grain yield and grain number/spike. Results of Principal Component Analysis fixated varieties within individual groups which are analogous to bi-plot vectors of given traits and by this highlights varieties: Apache, Renan and Graindor (foreign); Divana, Vulkan and Kraljica (domestic).

**Key words:** *Fusarium*, wheat, variety, traits, resistance



## QTL analysis for secondary traits in maize before and after the genomewide predictions

Vlatko Galić, Mario Franić, Antun Jambrović, Ivan Brkić, Tatjana Ledenčan, Zvonimir Zdunić, Andrija Brkić, Mirna Volenik, Domagoj Šimić

*Agricultural institute Osijek, Južno predgrađe 17, Osijek, Croatia (vlatko.galic@poljinoh.hr)*

### Abstract

Breeding for secondary traits has the indirect goal of increasing the grain yield per unit of land used. Ridge regression BLUP method (rrBLUP) calculates the phenotypic effect of markers in the population. Estimates of phenotype having only a single variance component (marker effects) besides the intercept (population mean) can be calculated. Using such data for QTL analysis might provide increase in power and precision for detection of genetic factors underlying the trait. In this paper, we present the properties of QTL analysis on rrBLUP estimates compared to analysis with raw, observed data in a maize biparental population.

**Keywords:** maize, biparental population, stepwise regression, genomewide predictions, rrBLUP

### Introduction

Maize breeding is a process of accumulation of favorable alleles into the desired genetic background by the means of quantitative genetics methodology. Ultimate goal of every maize breeding program, whether directly, or through secondary traits is to increase the grain yield per unit of land used for production. Marker assisted recurrent selection (MARS) methods aim to improve efficacy of such process, through detection and identification of genetic factors affecting traits of interest (Bernardo, 2008). Compared to efficiency of conventional breeding methods, MARS shows comparative advantage. Instead of assigning every individual its respective breeding value, genomic selection (GS) method is used to calculate relative phenotypic effect of every molecular marker that breeding population is genotyped with (Meuwissen et al., 2001). As linear regression models in GS are mostly ill-posed, and terms for model evaluation are often violated (Piepho, 2009) which leads to spurious results of fitting a model, ridge regression is commonly used to obtain marker effects for genomewide predictions. In rrBLUP method (Endelman, 2011) for estimating the marker effects, phenotypic estimates are calculated using only one variance component, the marker score matrix. Such estimates, thus, carry only variance of realized genetic relationships, besides the respective population means of traits (intercept). QTL analysis on such input data might provide more precise estimates of genetic factors affecting quantitative traits, as the “noise” variance is not accounted for in the phenotype. Objectives of this work were: (i) to compare scores obtained from QTL analysis on raw phenotypic data and rrBLUP estimates, and (ii) to investigate the genetic factors underlying studied secondary traits.

### Material and Methods

#### Plant material and experimental design

Experiments were conducted on Agricultural institute Osijek experimental fields in Osijek, Croatia. During growing seasons of 2014 and 2015, 216 maize hybrids were sown in three environments. Testcrosses of 191 recombinant inbred lines of IBMsyn4 (*Intermated*

*B73xMo17*, Lee et al., 2002) population and two replicates of each parental line, along with 11 checks were used. Experiment was set as a rectangular lattice with 27 plots per block, in 8 blocks with two replicates in both environments in 2014, and a single replicate in 2015. Two planting densities in 2014 of ~56000 and ~95000 plants/ha were considered separate environments (2014N and 2014H). Plants were visually rated for three secondary traits: number of first-class ears (IC), number of fertile plants (NFP) and number of stalk lodged plants (Lodged).

### Genotyping data

Maize IBM population was genotyped with various methods (Andorf et al., 2010). Genetically mapped marker data for IBM2 2004 neighbors 1 map consisting of 2178 loci of mixed origins (SSR, SNP, RFLP, etc.) used in this study was obtained from MaizeGDB organisation webpage ([www.maizegdb.org](http://www.maizegdb.org)).

### Statistical analysis

All statistical analyses were performed in R programming environment (R core team 2017). Variance components were estimated with {lme4} library from the random effects model ( $Y = (1|GEN) + (1|ENV) + (1|REP) + (1|BLK) + (1|GEN:ENV)$ ). Broad sense heritability was calculated on the progeny mean basis (Hallauer et al., 2010). Genomewide estimations were performed using function {mixed.solve} of {rrBLUP} library (Endelman 2011) and *leave-one-out* procedure. Phenotype estimates were calculated for every environment, and averaged on genotype basis for QTL analysis. Performing the QTL analysis was twofold. First, simple interval mapping with Haley-Knott regression and 1000 permutations to assess the distribution of LOD scores was performed. Second, detected QTL loci were fitted into stepwise regression model with forward selection and backward elimination in order to find the best fit in the model space (Broman et al. 2009). Only assumption of additive action of genes was analyzed.

### Results and discussion

Highest values of IC and NFP were observed in environment 2014H (Table 1). As number of plants in 2014N and 2015 was approximately 40% lower than in 2014H environment, difference in those traits are expected. Highest number of stalk lodged plants was observed in 2015 (0.241 plants per plot), probably due to occurrence of higher temperatures and drought during the growing season (data not shown) compared to 2014 environments. Heritability of traits regarding number of ears were moderate (0.42 and 0.46 respectively), though within boundaries of data found in literature (Ribaut et al., 1997). Heritability for stalk lodging in our study was lower compared to data reported by Lu et al., (2003).

Table 1. Means and heritability of 216 hybrids for number of first class ears (IC), number of plants with ear (NFP), and number of stalk-lodged plants (Lodged) in three environments (2014N, 2014H and 2015)

ENV	IC	NFP	Lodged
2014 N	17.16c	17.32c	0.102b
2014 H	24.05a	25.79a	0.186a
2015	17.94b	17.80b	0.241a
$H^2$	0.42	0.46	0.21

\*different letters indicate significant difference at  $\alpha = 0.05$  level according to Fisher's LSD test

Number of detected QTL loci was higher for all traits when estimated phenotypic values were used as input data for QTL analysis compared to analysis with observed “raw” data (Table 2).

Table 2. Number of detected QTL loci in two datasets (with values that are observed or estimated with rrBLUP)

Dataset	IC	NFP	Lodged
Observed	3	0	0
Estimated	7	5	10

Reason for such dramatic difference in the number of detected loci is the removal of all the variance from estimated phenotypes except for the variance of realized genetic relations (Endelman, 2011). The rrBlup procedure thus also provides a form of QTL analysis, though with no statistically assessed thresholds, as every marker gets at least a tiny phenotypic effect value (Bernardo and Yu, 2007).

Detected QTL loci for traits regarding number of ears per plot (IC and NFP) on chromosomes 1, 4, 6 and 9 were detected earlier in study of Ribaut et al. (1997) (Table 3).

Table 3. Results of stepwise QTL analysis on estimated phenotypic data

Trait	QTL <sup>a</sup>	Linkage group	Marker	Interval <sup>b</sup>	LOD	Genetic variance explained (%)	Action <sup>c</sup>
IC	1@756.5	1.08	umc83a	5.2	6.86	6.28	+a
	4@287.3	4.05	umc1175	20.3	5.59	5.04	+a
	4@475.7	4.08	bnlg2162	33.2	4.14	3.67	-a
	5@267.7	5.03	gpm5	5.4	13.07	12.94	+a
	5@377.9	5.04	umc1966	7.7	7.13	6.55	+a
	6@78.3	6.01	bnlg1867	35.2	6.61	6.04	-a
	7@167.4	7.02	npi600	48.6	5.95	5.39	-a
NFP	1@809.9	1.08	umc1914	7.5	5.20	5.90	+a
	4@300.2	4.05	mmp45	2.2	8.99	10.70	+a
	5@284.3	5.03	mmp108a	15.4	12.25	15.20	+a
	6@80.7	6.01	umc1229	12.3	8.77	10.41	-a
	9@258.2	9.03	rz682	6.2	7.20	8.38	-a
Lodged	1@319.0	1.03	umc2145	24.4	7.02	5.77	-a
	1@785.3	1.08	an1	5.9	11.88	10.38	+a
	3@445.0	3.06	phi102228	12.8	5.64	4.56	-a
	4@551.0	4.08	mmp178	5.0	8.78	7.38	-a
	5@672.6	5.09	umc2307	3.6	5.33	4.29	-a
	6@171.2	6.03	AY111964	12.3	7.38	6.09	+a
	7@181.3	7.02	mmp187	2.9	13.02	11.54	-a
	8@312.4	8.04	umc1858	2.4	7.35	6.07	+a
	8@504.3	8.07	lim301	7.5	4.63	3.70	-a
	10@291.6	10.00	php15013	11.2	5.17	4.16	-a

<sup>a</sup> Chromosome number @ position in cM

<sup>b</sup> Interval in both forward and reverse direction

<sup>c</sup> Only additive actions of loci were analyzed

QTL positions for these traits in region 4.05 overlaps with QTL for ear number per square meter detected by Mendes-Moreira et al. (2015). QTL with the largest effect for IC (12.94 % variance explained) and NFP (15.20% variance explained) on chromosome 5 was detected in region where *td1* (*thick-tassel-dwarf1*) gene is mapped with possible effect on female inflorescence formation (Upadyayula et al., 2006).

## Conclusion

Using ridge regression estimates of the phenotype based on the marker data in QTL mapping procedure increases resolution and power of QTL detection compared to using raw phenotype data for QTL analysis. Such increase in the resolution and power of detection is due to removal of “noise” variance and retaining only variance of realized genetic relations in the phenotype besides the population mean. QTL detected using the rrBLUP estimates as input data can be easily referenced and thus might provide relevant and precise method for analyzing genetic factors affecting quantitative traits.

## Acknowledgements

This research was funded by the Croatian Science Foundation (the project no. 5707: „Genetics and physiology of multiple stress tolerance in maize“).

## Literature

- Andorf C.M., Lawrence C.J., Harper L.C., Schaeffer M.L., Campbell D.A. and Sen T.Z. (2010). The Locus Lookup tool at MaizeGDB: identification of genomic regions in maize by integrating sequence information with physical and genetic maps. *Bioinformatics* 26: 434-436.
- Broman K.W. and Sen S. (2009). *A Guide to QTL Mapping with R/qtl*. Springer LLC, NY, USA.
- Bernardo R. and Yu J. (2007). Prospects for Genomewide Selection for Quantitative Traits in Maize. *Crop Science* 47: 1082-1090.
- Bernardo R. (2008). Molecular Markers and Selection for Complex Traits in Plants: Learning from the Last 20 Years. *Crop Science* 48: 1649 – 1644.
- Endelman J.B. (2011). Ridge Regression and Other Kernels for Genomic Selection with R Package rrBLUP. *The Plant Genome* 4: 250-255.
- Hallauer A.R., Carena M.J. and Miranda Filho J.B. (2010). *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Springer LLC, NY, USA.
- Hu H., Meng Y., Wang H., Liu H. and Chen S. (2012). Identifying quantitative trait loci and determining closely related stalk traits for rind penetrometer resistance in a high-oil maize population. *Theoretical and Applied Genetics* 124: 1439-1447.
- Lee M., Sharopova N., Beavis N., Grant W.D., Katt M., Blair D. and Hallauer A.R. (2002). Expanding the genetic map of maize with the intermated B73 × Mo17 (IBM) population. *Plant Molecular Biology* 48: 453-461.
- Lu H., Romero-Severson J. and Bernardo R. (2003). Genetic basis of heterosis explored by simple sequence repeat markers in a random-mated maize population. *Theoretical and applied genetics* 107: 494-502.
- Mendes-Moreira P., Alves M.L., Satovic Z., Dos Santos J.P., Santos J.N., Souza J.C., Pêgo S.E., Hallauer A.R. and Vaz Patto M.C. (2015). Genetic Architecture of Ear Fasciation in Maize (*Zea mays*) under QTL Scrutiny. *PLoSone* 10(4): e0124543.
- Meuwissen T.H.E., Hayes B.J. and Goddard M.E. (2001). Prediction of Total Genetic Value Using Genome-Wide Dense Marker Maps. *Genetics* 157: 1819-1829.
- Piepho H.P. (2009). Ridge Regression and Extensions for Genomewide Selection in Maize. *Crop Science* 49: 1165-1176.
- R Core Team (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Ribaut J.M., Jiang C., Gonzalez-de-Leon D., Edmeades G.O. and Hoisington D.A. (1997). Identification of quantitative trait loci under drought conditions in tropical maize.2. Yield components and marker-assisted selection strategies. *Theoretical and Applied Genetics* 94: 887-896.
- Upadyayula N., da Silva H.S., Bohn M. and Rocheford T.R. (2006). Genetic and QTL analysis of maize tassel and ear inflorescence architecture. *Theoretical and Applied Genetics* 112: 592-606.
- Yang Q., Yin G., Guo Y., Zhang D., Chen S. and Xu M. (2010). A major QTL for resistance to Gibberella stalk rot in maize. *Theoretical and Applied Genetics* 121: 673-687.

## Effects of different types of cytoplasm on the number of kernels per row of maize inbred lines

Snežana V. Jovanović<sup>1</sup>, Goran Todorović<sup>1</sup>, Branka Kresović<sup>1</sup>, Mile Sečanski<sup>1</sup>, Branimir Šimić<sup>2</sup>, Ratibor Štrbanović<sup>3</sup>, Rade Stanisavljević<sup>3</sup>, Dobrivoj Poštić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Maize Research Institute, 11185 Zemun Polje- Belgrade, Slobodana Bajića 1, Serbia (jsnezana@mrizp.rs)

<sup>2</sup>Agricultural Institute 31000 Osijek, Južno predgrađe 17, Croatia

<sup>3</sup>Institute for Plant Protection and Environment, 11040 Belgrade, Teodora Drajzera 9, Serbia

### Abstract

The aim of the present study was to determine effects of both, different types of cytoplasm (*cms*-C, *cms*-S and fertile) and environmental factors on the number of kernels per row. Twelve maize inbred lines were tested in two locations in Zemun Polje (Selection field and Školsko dobro) in 2013 and 2014. The three-replicate comparative trials were set up according to the randomised complete block design within each type of cytoplasm. Each plot within the replicate consisted of four rows. Fertile versions of inbred lines were sown in two border rows and they were pollinators for their sterile counterparts. Statistic-biometric data processing was based on mean values per replicate and encompassed the analysis of variance. Gained results showed significant differences in the number of kernels per row among inbred lines in dependence on the type of cytoplasm, year and the location. The average number of kernels per row ranged from 15.6 (*L*<sub>6</sub>) to 25.9 (*L*<sub>9</sub>). Depending on the type of cytoplasm, the higher average number of kernels per row was detected in *cms*-C cytoplasm (20.4), than in fertile cytoplasm (20.0) and *cms*-S cytoplasm (19.8). In both years of investigation, the variation of average values of the number of kernels per row was very significant ( $P \leq 1\%$ ). The average value of the number of kernels per row registered in inbred lines in 2014 (21.30) was significantly higher than the one recorded in 2013 (18.83). Comparing observed locations, a higher average number of kernels per row was determined in the location Zemun Polje-Selection field (20.58) than in the location Zemun Polje-Školsko dobro (19.55) (Table 1). Gained results point out to effects of different types of cytoplasm on the number of kernels per row.

**Key words:** cytoplasmic male sterility, inbred lines, number of kernels per row

### Introduction

The advantages of using hybrids in agricultural production are known and numerous. The increase of yields and product quality are the most important. However, the production of hybrid maize seed faces many obstacles. In order to accomplish total hybridisation between two parents, it is very important not to allow self-pollination of the female component.

Control-pollination of the female component plant in the production of hybrid seed can be achieved in one of the following ways: by detasseling (manually or mechanically), by the application of chemicals that prevent pollen formation or its dispersal and by the use of male sterility.

Since manual detasseling is a very hard work that requires many labourers in a relatively short period of time (10-30 days), the necessity for mechanical detasseling has been imposed. Experiments with detasseling machines, cutters, had been performed by many researchers (Dungan and Wudworth, 1939; Borgeson, 1943; Kiesslbach, 1945; Bauman, 1959; Hunter

et al., 1973 and others), and obtained results were summarised by Huey (1971) and Trifunović (1975). Huey (1971) states that mechanical cutters of tassels are not usable under poor weather conditions, do not solve the problem of removing tassels on tillers and plants lagging in growth, and at the same time it is not possible to reduce the average number of leaves lost per plant below 2-3 even with the most careful work.

Experiments with the application of chemicals for preventing the formation or dispersal of pollen have not yielded satisfactory results yet.

The possibility for an effective solution to the problem of detasseling in hybrid seed production has emerged with the discovery of cytoplasmic male sterility in maize. Using the sterile male version of the female component completely eliminates the need for detasseling, then the number of workers needed for control tasks is minimised, production quality is improved and costs and associated risks are significantly reduced, and finally, in this way, the seed production becomes very attractive for producers.

The first description of male sterility was given by Rhoades (1931). Further investigations showed that sterility was caused by cytoplasmic factors.

Kaaser et al. (2003) consider cytoplasmic male sterility (*cms*) a trait interesting for the maize seed industry, because it leads to lower costs of the hybrid seed production by eliminating of the labour-intensive mechanical emasculation of parental lines.

Today, in practice, many hybrid seeds are based on male sterile inbred lines and are produced by applying the main *cms* types, *cms-C* and *cms-S* (the type *cms-T* is susceptible to maize leaf pathogens).

Since it is necessary to achieve yields as high as possible in the hybrid seed production, to cheapen the production, to make it high-quality and less risky, it is necessary to study the effects of the type of cytoplasm and its interaction with a genotype on the yield and some morphological traits for the needs of production.

## Material and Methods

Twelve inbred lines, mainly from the breeding fond of the Maize Research Institute, Zemun Polje, that are also parental components of elite ZP hybrids, were used in the comparative trials set to study effects of the type of cytoplasm on the number of kernels per row in maize inbred lines.

There were three groups of 12 same inbred lines that were studied: the first group had classical fertile genetic base; the second group had incorporated cytoplasmic sterility of the C type (*cms-C*), while the third group had cytoplasmic sterility of the S type (*cms-S*).

The trials were performed under the dry-land farming in two locations of Zemun Polje (Selection field and Školsko dobro) during the two subsequent years (2013 and 2014). The seed material for trials was obtained from technical isolation, so called hand pollination. The three-replicate comparative trials were set up according to the randomised complete block design within each type of cytoplasm. Each plot within the replicate consisted of four rows. Fertile versions of inbred lines were sown in two border rows and they had a role of a pollinator for their sterile counterparts. Sowing was done manually in the optimum period (the second half of April) at the inter-row distance of 70 cm, and the inter-hill distance of 40 cm. The elementary plot size was 5.6 m<sup>2</sup>. Four seeds were sown in 12 hills per each row. At the 5-leaf stage, plants were thinned out to two plants per hill, i.e. 40 plants remained for studying, which corresponds to the density of approximately 70,000 plants per hectare. In

order to avoid the effect of border plants, plants from 10 inner hills were used for the analysis of agronomic traits.

The following parameters were observed immediately prior to the harvest: the total number of plants, the number of lodged plants (whereby plants whose stalks and the ground form an angle smaller than 45°), the number of broken plants (whereby the criterion of the broken nodus under the upper ear determines this parameter).

Harvest is done at the stage of full (physiological) maturity. Yields of harvested ears for each inbred per replication was measured for each elementary plot during the harvest. Samples of 20 average ears were drawn and measured at the laboratory. The number of kernels per row was observed and recorded. After shelling of the submitted sample of all replicates, cobs were measured and the grain moisture percentage was determined by use of the moisture meter.

Statistical-biometrical data processing is based on means per replication. Differences among analysed maize inbred lines with various sources of cytoplasm (C, S and fertile), in two locations and during two years as well as their interactions were determined by the analysis of variance for the factorial trial set up according to the randomised block design, as well as by the LSD test at the probability levels of 5% and 1% (Hadživuković 1991). In order to draw objective conclusions on effects of observed factors on tested traits of maize inbred lines and the possibility of applying parametric tests (ANOVA and LSD-test), homogeneity of variance was tested.

## Results and discussion

The grain yield is an important and complex trait consisting of a greater number of components of quantitative nature with polygenic genetic base. The number of kernels per row is one of the yield components. It is a quantitative trait that varies under effects of genetic factors, environmental factors, and to a smaller extent, their interaction. This trait is very important for maize grain yield.

The average number of kernels per row of inbred lines ranged from 15.6 (L6) to 25.9 (L9) (Table 1). In dependence on the type of cytoplasm, the highest average number of kernels per row (20.4) was established in inbreds with cms-C cytoplasm, while this number was somewhat lower in inbreds with fertile cytoplasm (20.0) and cms-S cytoplasm (19.8). The variation of average values of the number of kernels per row of all inbred lines was very significant ( $P \leq 1\%$ ) in both years of investigations. The average number of kernels per row (21.30) was very significantly higher in 2014 than in 2013 (18.83). Furthermore, a very significantly greater number of kernels per row was obtained in the first location, Zemun Polje-Selection field (20.58) than in the second location, Zemun Polje-Školsko dobro (19.55), (Table 1).

If obtained values for the number of kernels per row are compared with ones achieved by Sečanski et al. (2013), it can be concluded that the gained values for this trait were approximately equal ranging from 16.1 to 28.8.

According to studies carried out by Todorović (1996), the average values for the number of kernels per row were greater in hybrids than in inbreds in both years of investigation, ranging from 15.14 to 28.63 in inbreds vs. 25.30 to 35.53 in hybrids.

Average values of the number of kernels per row were significantly higher in hybrid combinations than in parental inbred lines in the study performed by Grčić (2016), which points out that heterosis for this trait was very pronounced.

According to everything stated it can be concluded that the number of kernels per row is a very important trait that affects yield and varies under genetic factors, i.e. depends on the genetic background of the trait, then varies under environmental factors, to a smaller extent, and under effects of their interactions.

Table 1. Average values for the number of kernels per row over inbred lines, years, type of cytoplasm and locations

Year (Y)	Location (L)	Cytoplasm (C)	Inbred lines (I)												LSD test	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	5%	1%
G <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	22.9	21.4	23.5	21.1	15.3	13.7	18.4	13.4	23.3	16.4	12.8	23.7	5.060	6.878
		C <sub>2</sub>	24.5	21.4	24.1	19.0	23.1	19.0	23.8	18.3	25.7	24.5	13.5	8.0		
		C <sub>3</sub>	25.8	24.5	27.2	20.4	19.0	20.7	24.7	22.3	33.2	11.9	11.3	20.0		
	L <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	15.8	18.9	14.3	15.5	22.4	12.6	17.6	19.4	23.8	17.0	17.8	20.9		
		C <sub>2</sub>	21.6	18.4	15.9	12.7	15.7	15.2	16.8	14.3	22.9	21.4	11.4	8.6		
		C <sub>3</sub>	19.2	20.5	16.5	16.7	16.4	14.3	16.5	18.9	26.4	14.1	20.4	13.5		
G <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	22.8	22.8	17.6	23.6	14.9	13.3	23.8	15.2	24.5	29.0	26.8	28.2		
		C <sub>2</sub>	21.7	20.1	12.5	20.0	19.4	16.0	24.7	15.9	27.2	27.9	27.2	19.4		
		C <sub>3</sub>	17.6	20.6	19.3	22.6	12.8	12.1	23.6	13.4	25.2	18.9	27.2	22.8		
	L <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	23.1	22.0	18.3	25.0	16.9	18.4	19.4	22.6	27.1	27.8	28.2	25.6		
		C <sub>2</sub>	22.1	18.4	16.9	21.8	18.0	15.6	21.8	17.3	27.3	31.1	26.7	23.4		
		C <sub>3</sub>	22.3	19.8	20.1	23.4	14.4	16.6	21.2	16.4	24.6	18.9	27.6	23.5		
Average for inbreds			<b>21.6</b>	<b>20.7</b>	<b>18.8</b>	<b>20.2</b>	<b>17.3</b>	<b>15.6</b>	<b>21.0</b>	<b>17.3</b>	<b>25.9</b>	<b>21.6</b>	<b>20.9</b>	<b>19.8</b>	<b>1.09</b>	<b>1.44</b>
Average for cytoplasm			C <sub>1</sub>			<b>20.4</b>	C <sub>2</sub>			<b>19.8</b>	C <sub>3</sub>			<b>20.0</b>		
			F test													
Average for years			G <sub>1</sub>					<b>18.83</b>	G <sub>2</sub>					<b>21.30**</b>	** P≤1%	
Average for locations			L <sub>1</sub>					<b>20.58**</b>	L <sub>2</sub>					<b>1.55</b>		

C<sub>1</sub> - cms-C cytoplasm

C<sub>2</sub> - cms-S cytoplasm

C<sub>3</sub> - fertile (N) cytoplasm

\* ≤ 0.05

\*\* ≤ 0.01

## Conclusion

Based on two-year studies of maize inbred lines with different types of cytoplasm it can be concluded that the analysis of variance shows highly significant differences among genotypes in the number of kernels per row, as a yield component, and significant effects of year, location and their interaction. The average number of kernels per row of inbred lines varied from 15.6 (L<sub>6</sub>) to 25.9 (L<sub>9</sub>). The highest number of kernels per row (20.4) was recorded in the inbred lines with *cms-C* cytoplasm, while the lowest number (19.8) was detected in inbred lines with *cms-S* cytoplasm. The average number of kernels per row was very significantly higher (21.30) in 2014 than the number obtained in 2013 (18.83). The average number of kernels per row was higher in the first location (20.58), than in the second location (19.55).



## References

- Bauman L.F. (1959). Progress report on genetic control of male sterility Proc of 6th Ann. Hybrid corn Industry-Res. Conf., 13-18.
- Borgeson C. (1943). Methods of detasseling and yield of hybrid seed corn. Jour. Amer. Soc. Agron., 35. 919-922.
- Dungan G.H. and Woodworth. C. M. (1939). Loss resulting from pulling leaves with tassels in detasseling corn. Ag J., 31. 872-875.
- Grčić N. (2016). Genetic analysis of inheritance of maize quantitative traits using diallel and generation mean methods. Doctoral Dissertation. University of Belgrade. Faculty of Agriculture.
- Hadživuković S. (1991). The application of statistical methods in agricultural and biological research. Second edition. Faculty of Agriculture. Novi Sad.
- Huey J.R. (1971). Experiences and results of mechanical topping versus hand detasseling in 1971. Proc. of 26th Corn. Seed Trade Assoc. Res. Conf. Amer. 144-147.
- Hunter R.B., Mortimore. C. G., and Kannenberg. L. W. (1973). Inbred maize performance following tassel and leaf removal. Agronomy Journal. 65. 471-472.
- Kaeson O., Weingartner U., Camp K.H., Chowchong S., Stamp P. (2003): Impact of different cms types on grain yield of dent x flint hybrids of maize (*Zea mays* L.). Maydica 48: 15-20.
- Kiesselbach T.A. (1945). The detasseling hazard of hybrid seed corn production. Jour. Amer. Soc. Agron. 37: 806-811.
- Rhoades M.M. (1931). The cytoplasmic inheritance of male sterility in *Zea mays*. J. Genet. 27. 71-93.
- Todorović G. (1996). Genetic effect of heterosis in grain yield of maize hybrids of F<sub>1</sub>. F<sub>2</sub>. BC<sub>1</sub> and BC<sub>2</sub> generation. Doctoral Dissertation. University of Belgrade. Faculty of Agriculture.
- Trifunović V. (1975). Study of pollen sterility of mother lines of maize with regard to obtaining hybrid seeds. Archive for Agricultural Sciences. 28 (104): 59-107.
- Sečanski M.G., Todorović T., Živanović R., Protić M., Kostić V., Dragičević S. Jovanović (2013). Inbred Lines as Donors of Favourable Alleles for the Improvement of the Number of Kernels per Row of the F<sub>1</sub> Maize Hybrid. II International Symposium and XVIII Conference of Agronomists of Republic of Srpska. Trebinje. Bosnia and Herzegovina. March 26-29. Book of Abstracts. pp. 383-384.

## Genetska kontrola dormantnosti pšenice

Vedran Orkić, Sunčica Guberac, Sonja Petrović, Sonja Vila, Andrijana Rebekić,  
Vlado Guberac

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek,  
Hrvatska (vorkic@pfos.hr)*

### Sažetak

Dormantnost sjemena je vrsta adaptivnoga mehanizma koji privremeno onemogućuje klijanje u povoljnim uvjetima okoline. Kako bi sjeme imalo ujednačeno i brzo klijanje, oplemenjivački programi su vršili selekciju na svojstvo nedormantnosti kako u pšenice tako i u ostalih žitarica. Kao posljedicu velik broj modernih kultivara pšenice ima nizak nivo dormantnosti uz osjetljivost na prokljavanje na klasu prije žetve u vlažnim uvjetima okoline. Hormoni rasta kao što su giberelinska kiselina i abscizinska kiselina te auksini se smatraju jednim od glavnih činitelja u regulaciji dormantnosti sjemena. Upravo je njihovo djelovanje odgovorno za tolerantnost na PHS tako što induciraju ili odgađaju dormantnost i klijanje sjemena. Identificiran je velik broj QTL-ova za svojstvo dormantnosti i priježetvenog prokljavanja, a najvažniji su oni na 3A, 3B i 3D te kromosomu 4A. Također su izdvojene linije i genotipovi koji se koriste kao roditelji u križanjima radi dobivanje nove oplemenjivačke populacije.

**Ključne riječi:** dormantnost, pšenica, hormonalna regulacija, PHS, QTL

### Uvod

Sjeme predstavlja glavni izvor hrane i energije u prehrani ljudi i životinja. Samo žitarice, na koje otpada preko 90% ukupnih kultiviranih biljaka, pridonose polovini unosa energije po glavi ljudi u svijetu. Fiziologija sjemena je stoga vrlo važna i široko istraživana grana biljne fiziologije i genetike. Sjeme kao takvo u sebi sadržava embrio koji ima sve potrebno da izraste u novu mladu biljku, energija za rast je osigurana u endospremu koja će biti iskorištena dok ne bude izrastao u autotrofni organizam (Bewley, 1994.), no to sjeme ima biološki mehanizam koji mu onemogućava klijanje u prividno optimalnim uvjetima – dormantnost. Dormantnost je dakle adaptabilno svojstvo koje omogućava učinkovitu i ravnomjernu distribuciju klijanja tijekom nekog vremena u određenoj populaciji sjemena (Mares, 1987.). Sjeme kao glavni rezultat oplodnje je neophodan u ciklusu razvoja biljke te omogućava nastavak sljedeće generacije biljaka. Osnovne funkcije sjemena temelje se na razvoju, dormantnosti i klijanju. Prve klasifikacije tipova dormantnosti sjemena navodi Crocker (1916.), no klasifikaciju koju je navela Nikolaeva 1970.-ih je široko prihvaćena te nadopunjena u istraživanjima Hillhorst (2003.) te Baskin i Baskin (2014.) Postoje dva tipa i dvije kategorije dormantnosti: primarna i sekundarna dormantnost te embrionalna i dormantnost sjemene ovojnice. Primarna i sekundarna dormantnost odnosi se na vrijeme tijekom kojeg se razvija dormantnost. Dormantnost sjemene ovojnice i embrionalna dormantnost označuju mehanizme ili lokacije koje ograničavaju klijanje. Primarna dormantnost javlja se kod svježih sakupljenih sjemena i inducirana je abscizinskom kiselinom (ABA) tijekom dozrijevanja sjemena na majčinskoj biljci. Sekundarna dormantnost javlja se kod zrna koje je dormantno tek nakon širenja u okoliš i posljedica je nepovoljnog djelovanja vanjskih činitelja (Hillhorst, 1995.).

## Regulacija dormantnosti sjemena pšenice

Dormantnost sjemena je neophodna za preživljavanje biljke te ona osigurava klijanje biljke samo u uvjetima koji su optimalni, svojstvo koje su divlji srodnici kulturnih vrsta pa tako i pšenice, uz ostale mehanizme, imali kako bi preživjeli u određenom okolišu. Tijekom oplemenjivanja i domestikacije pšenice velik broj tih mehanizama je sprječavao nepravodobno klijanje, te su takva svojstva nenamjerno izbačena tijekom procesa selekcije ili je zaključeno da su ti mehanizmi nekompatibilni sa zahtjevima proizvođača i prerađivača. Većina domaćih kultura nastala je od svojih divljih srodnika s tim da kultivirane vrste pokazuju niži stupanj dormantnosti sjemena (Lanser i Theissen, 2013.; Meyer i Purugganan, 2013.).

Znanje o enzimskoj i fitohormonskoj kontroli dormantnosti sjemena pšenice iznimno je važno u istraživanjima genetske kontrole dormantnosti i priježetvenog proklijavanja. Tako u istraživanju Tuttle i sur. (2015.) navode da kultivari koji su otporni na proklijavanje najčešće gube svojstvo dormantnosti puno sporije nego li neotporni kultivari čineći ih tako sklonijim na proklijavanje prije same sjetve. No također navode da neki kultivari koji su otporni na priježetveno proklijavanje gube svojstvo dormantnosti puno brže, te tako nagoviještaju da ima dovoljno prostora za stvaranje novih linija u oplemenjivačkim programima. Hormoni rasta kao što su giberelinska kiselina (GA) i abscizinska kiselina (ABA) te auksini (IAA) se smatraju jednim od glavnih činitelja u regulaciji dormantnosti sjemena. Upravo je njihovo djelovanje odgovorno za tolerantnost na PHS tako što induciraju ili odgađaju dormantnost i klijanje sjemena (Shu i sur., 2015.; Skubacz i Daszkowska Golec, 2017.).

ABA ima ključnu ulogu u sazrijevanju sjemena. U istraživanju Groot i Karssen (1992.) mjerene su koncentracije ABA-e tijekom razvoja sjemena, te je utvrđen da je početni nagli rast reguliran genotipom majčinske biljke, a kasniji niži rast ABA-e reguliran je genotipom embrija. Giberelini više imaju regulatornu ulogu u dormantnosti i klijanju. U većini vrsta sjemena visoke koncentracije GA su prisutne u samom razvoju sjemena, a smanjuju se kada sjeme dozrijeva, stoga zrelo sjeme sadržava vrlo niske koncentracije GA, pa se tako smatra da GA ne igraju ulogu u samoj inicijaciji dormantnosti, već samo pomažu u njenoj regulaciji (Hilhorst i Karssen, 1992.). Auksin kao takav nije razmatran kao regulator dormantnosti i klijanja, ali u kombinaciji s ABA sudjeluje u tim procesima (Park i sur., 2011.).

## Genetska kontrola dormantnosti i priježetvenog proklijavanja

Stupanj tolerantnosti i/ili osjetljivosti na priježetveno proklijavanje je usko povezan s razinom dormantnosti sjemena. Pa tako prevelika razina dormantnosti dovodi do zakašnjelog klijanja i lošeg općeg stanja mlade biljke, a niska razina ili nedostatak dormantnosti uzrokuje prijevremeno klijanje koje je nepoželjno svojstvo u proizvodnji pšenice (Derera, 1989.). Dormantnost zrna pšenice kontrolirano je jednim ili dva major gena te nepoznatim brojem minor gena, u pšenica s bijelim zrnom zabilježen je heritabilitet u širem smislu od 0,56 do 0,86 (Anderson i sur., 1993.) Zrno pšenice koje je izgubilo takav mehanizam ili ima nisku razinu dormantnosti postaje neotporno na priježetveno proklijavanje na klasu (PHS-preharvest sprouting). Velik broj istraživanja se bavio uzrocima i posljedicama proklijavanja na klasu pšenice obzirom da ono uzrokuje značajno smanjenje prinosa i lošu kvalitetu zrna, brašna i kruha (Whal i O'Rourke, 1993.; Flintham, 2000., Groos i sur. 2002.; Finch-Savage i Leubner-Metzger, 2006.; Rakita i sur., 2015.). Naime, iako prije žetveno proklijavanje ne rezultira vidljivim rastom sama inicijacija klijanja inducira  $\alpha$ -amilazu koja dovodi do razgradnje škroba unutar biljke što rezultira lošom kvalitetom proizvoda i materijalnim gubitcima. Black i sur. (2006.) procjenjuju da ukupan direktni gubitak uzrokovan priježetvenim proklijavanjem iznosi oko 1 bilijun dolara godišnje. Aktivnost  $\alpha$ -amilaze se naglo povećava kada zrno upije onu količinu vode koja će

potaknuti klijanje sjemena (Wang i sur., 2008.). Isti autori navode korelaciju između aktivnosti  $\alpha$ -amilaze i priježetvenog klijanja, jer su utvrđene značajne razlike između otpornih i neotpornih kultivara. U pšenice su pronađena tri izoenzima  $\alpha$ -amilaze koji imaju direktan utjecaj na PHS, malt- $\alpha$ -amilaza ( $\alpha$ -amilaza-1) na homolognim kromosomima 6, green- $\alpha$ -amilaza ( $\alpha$ -amilaza-2) na homolognim kromosomima 7 te  $\alpha$ -amilaza 3. Aktivnost  $\alpha$ -amilaza-1 i stupanj dormantnosti su u korelaciji, na čega otpada ukupno 84% varijabilnosti za svojstvo klijanja sjemena (Gale i Ainsworth, 1984.).

Geni koji kontroliraju boju zrna pšenice su ujedno povezani i s dormantnosti zrna pšenice. Još 1914. godine Nilsson-Ehle navodi da postoje tri neovisna lokusa za crvenu boju sjemena koja su povezana s dormantnosti, a njegovu tezu potvrđuju brojna naredna istraživanja. Crvena boja zrna pšenice odnosno geni za crvenu boju (*R*) zrna su opće prihvaćeni kao markeri za otpornost na PHS. Smatra se da geni za boju zrna imaju plejotropni učinak koji uključuje dominantne *R* alele i seriju funkcionalno ekvivalentnih gena na 3A, 3B i 3D kromosomima heksaploidne pšenice (Flintham i Gale, 1996. Flintham, 2000.). Smatra se da je dormantnost dominantna u kultivara s crvenom bojom zrna, dok je recesivna u onih s bijelim zrnom iako postoje značajne razlike unutar grupa. Bassoi i Flintham (2005) u svome istraživanju utvrđuju vrlo jak učinak broja dominantnih alela na svojstvo prokljavanja na klasu. Istraživanje je provedeno na 84 linije dobivene metodom jednoga sjemena (SSD), od kojih je bilo 11 linija s bijelim zrnom (*r1r2r3*), 32 linije s jedan dominantnim alelom (*R?r?r?*), 30 linija s dva dominantna *R* alela (*R?R?r?*) i 11 su imale sva tri dominantna alela (*R1R2R3*) što je bilo u skladu s mendelovom omjerom od 1:3:3:1. Navedeni autori navode da vizualna procjena nije dovoljna kako bi se za neku liniju u tvrdilo da je ona otporna ili ne, obzirom da nisu našli značajnu korelaciju između svojstva prokljavanja i datuma zriobe te količine *R* alela i intenziteta obojenosti zrna pšenice.

U proteklih dvadesetak godina uložen je ogroman napor i postignut je veliki napredak u molekularnom mapiranju, u svrhu utvrđivanja i lociranja lokusa kvantitativnih svojstava (QTL-Quantitative Trait Loci) i za dormantnost i za PHS. Do sada je identificirano ukupno 110 QTL-ova koji su povezani s otpornosti pšenice na PHS (Zhou i sur., 2017.). Patterson i Sorrells (1990.) objavljuju rad u kojem navode pronalazak dva QTL-a koji su povezani s dormantnosti i svojstvom zakašnjelog klijanja. Koristeći molekularne markere polimorfizama dužine restrikcijskih fragmenata (RFLP-Restriction Fragment Length Polymorphism) Anderson i sur. (1993) pronalaze osam genomskih regija na kromosomima koji bi mogli imati utjecaj na otpornost na PHS. U sljedećih nekoliko godina velik broj znanstvenika objavljuje istraživanja i lokacije pojedinih genomskih regija tj. QTL-ova na svih 21 kromosoma pšenice (Mohan i sur., 2009.; Kumar i sur., 2009.; Rehman i sur., 2012.; Cao i sur., 2016.) no najčešće se utvrđuju regije na grupi kromosoma 3 (Kato i sur., 2001.; Kulwal i sur., 2004.; Liu i Bai, 2010.) te na kromosomu 4A (Mares i sur., 2005; Cabral i sur., 2014). Hickey i sur. (2010.) su proveli „screening“ ranih segregacijskih generacija pšenice na svojstvo dormantnosti. Križali su četiri australske dormantne linije pšenice bijeloga zrna s dva nedormantna kultivara. Proizveli su sedam  $F_1$  križanaca, a testiranje su proveli na genotipovima  $F_2$ ,  $F_3$  i  $F_4$  generacije. Odabrane linije su testirane s dva kodominantna markera *barc170* i *gwp2279* koji su u ranijim istraživanjima potvrđeni i koriste se za lociranje regije kromosoma 4A koja je povezana s QTL-om za dormantnost. Autori navode da prijašnje studije o dominantno recesivnom nasljeđivanju ne odgovaraju rezultatima u njihovom istraživanju te smatraju da je riječ o intermedijarnom načinu nasljeđivanja s vjerojatno aditivnim ili parcijalno dominantnim učinkom gena.

### Genomska selekcija na svojstvo dormantnosti

Kako bi se utvrdili kandidatni geni koji su povezani s dormantnosti zrna pšenice i otpornosti na PHS proveden je velik broj istraživanja i primjene genomske selekcije (GWAS – Genome Wide Association Study). Rehman i sur. (2012.) su proveli istraživanje na 96

kultivara pšenice pri čemu su identificirali 70 DArT markera raspoređenih na 11 kromosoma, utvrdili su značajnu korelaciju navedenih markera s dormantnosti i otpornosti na PHS. Zhou i sur. (2017.) su proveli vrlo opsežno istraživanje u koje su uključili 717 kineskih prirodnih populacija pšenice. Populacije su bile podvrgnute fenotipizaciji tijekom četiri godine (2012.-2015.) na tri zasebne lokacije. Sve primke su genotipizirane DArT-seq i SNP markerima. Wang i sur. (2011.) te Liu i sur. (2014.) navode kako su kineske prirodne populacije pšenice vrlo vrijedni genetički resursi i za identifikaciju kandidatnih lokusa povezanih s povećanom dormantnosti sjemena i otpornošću na priježetveno proključavanje te da ih treba iskoristiti u modernim oplemenjivačkim programima.

## Literatura

- Anderson J.A., Sorrells M.E. and Tanksley S.D. (1993). RFLP analysis of genetic regions associated with resistance to preharvest sprouting in wheat. *Crop Sci* 33:453–459
- Baskin C.C. and Baskin J.M. (2014). *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*, 2nd edn. San Diego, CA, USA: Academic/Elsevier, ch3,p:37-77
- Basso M.C. and Flintham J. (2005). Relationship between grain colour and preharvest sprouting-resistance in wheat. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, v.40, n.10, p.981-988.
- Bewley J.D. and Black M. (1994). *Seeds—Physiology of Development and Germination*. New York, Plenum Press.
- Black M., Bewley J.D. and Halmer P. (2006). *The Encyclopedia of Seeds Science, Technology and Uses*. CABI Publishing, Oxfordshire, United Kingdom. p. 528
- Cabral A. L., Jordan M. C., McCartney C. A., You F. M., Humphreys D. G., MacLachlan R., et al. (2014). Identification of candidate genes, regions and markers for pre-harvest sprouting resistance in wheat (*Triticum aestivum* L.). *BMC Plant Biol.* 14:340.
- Cao L., Hayashi K., Tokui M., Mori M., Miura H. and Onishi, K. (2016). Detection of QTLs for traits associated with pre-harvest sprouting resistance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Breed. Sci.* 66, 260–270. doi: 10.1270/jsbbs.66.260
- Crocker W. (1916). Mechanics of dormancy in seeds. *Amer. J. Bot.* 3:99-120.
- Derera N.F. (1989). The effects of preharvest rain . In *Preharvest Field Sprouting in Cereals*. Ed.by Derera N.F. pp. 1 – 14 . CRC Press , Boca Raton, FL
- Flintham J.E. (2000). Different genetic components control coat-imposed and embryo-imposed dormancy in wheat. *Seed Sci. Res.* 10, 43–50.
- Flintham, J.E. and Gale, M.D. (1996). Dormancy gene maps in homoeologous cereal genomes. In: *International Symposium pre-harvest sprouting in cereals, 7.,1996, Osaka. Proceedings*. Osaka: Center for Academic Societies, p.143-149.
- Finch-Savage W.E. and Leubner-Metzger G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytol.* 171:501 – 523.
- Gale M.D. and Ainsworth C.C. (1984). The relationship between alpha-amylase species found in developing and germinating wheat grain. *Biochem Genet.* 22(11-12):1031-6
- Groos C., Gay G., Perretant M-R., Gervais L., Bernard M., Dedryver F. and Charmet G. (2002). Study of the relationship between pre-harvest sprouting and grain color by quantitative trait loci analysis in white · red grain bread wheat cross. *Theor Appl Genet* 104:39–47
- Groot, S.P.C. and C.M. Karssen. (1992). Dormancy and germination of abscisic acid-deficient tomato seeds. Studies with the sitiens mutant. *Plant Physiol* 99:952-958.
- Hickey L.T., Dieters M.J., DeLacy I.H., Christopher M.J., Kravchuk O.Y. and Banks P.M. (2009). Screening for grain dormancy in segregating generations of dormant x non-dormant crosses in white-grained wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*, 172 2: 183-195.
- Hilhorst H.W.M. i Karssen C.M. (1992). Seed dormancy and germination: The role of abscisic acid and gibberellins and the importance of hormone mutants. *Plant Growth Regul.* 11:225 – 238.
- Hilhorst H.W.M. (1995). A critical update on seed dormancy. I. Primary dormancy. *Seed Sci. Res.* 5:61 – 73.
- Hilhorst H.W.M. (2003). Seed Dormancy/Delopment of seed dormancy. In *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*, Ed. Brian Thomas. Elsevier, p.1317-1323.
- Kato K., Nakamura W., Tabiki T., Miura H., and Sawada S. (2001). Detection of loci controlling seed dormancy on group 4 chromosomes of wheat and comparative mapping with rice and barley genomes. *Theor Appl Genet* 102:980–985.
- Kumar A., Kumar J., Singh R., Garg T., Chhuneja P. and Gupta P.K. (2009). QTL analysis for grain colour and pre-harvest sprouting in bread wheat. *Plant Sci.* 177, 114–122.
- Kulwal P.L., Sing, R., Balyan H.S. and Gupta,P.K. (2004). Genetic basis of pre-harvest sprouting tolerance using single-locus and two-locus QTL analyses in bread wheat. *Funct. Integr. Genom.* 4, 94–101.
- Lenser T. and Theissen G. (2013). Molecular mechanisms involved in convergent crop domestication. *Trends Plant Sci.* 18:704 – 714.
- Liu S. and Bai G. (2010). Dissection and fine mapping of a major QTL for preharvest sprouting resistance in white wheat Rio Blanco. *Theor. Appl. Genet.* 121, 1395–1404. doi: 10.1007/s00122-010-1396-4
- Liu S., Li J. and Wang Q. (2014). Germplasm screening for resistance to pre-harvest sprouting in southwest China. *Southw. China J. Agric. Sci.* 27, 931–937.

- Mares D.J. (1987). Preharvest sprouting tolerance in white grained wheat. In Fourth International Symposium on Preharvest Sprouting in Cereals, ed. D.J. Mares, 66–74, Westview Press: Boulder, Colorado.
- Mares D., Mrva K., Cheong J., Williams K., Watson B., Storlie E., Sutherland M., and Zou Y. (2005). A QTL located on chromosome 4A associated with dormancy in white and red grained wheats of diverse origin. *Theor Appl Genet* 111:1357–1364
- Meyer R.S. and Purugganan M.D. (2013). Evolution of crop species: genetics of domestication and diversification. *Nat. Rev. Genet.* 14:840 – 852.
- Mohan, A., Kulwal, P., Singh, R., Kumar, V., Mir, R. R., and Kumar, J. (2009). Genome-wide QTL analysis for pre-harvest sprouting tolerance in bread wheat. *Euphytica* 168, 319–329.
- Park J., Kim Y.S., Kim S.G., Jung J.H., Woo J.C., and Park C.M. (2011). Integration of auxin and salt signals by the NAC transcription factor NTM2 during seed germination in Arabidopsis. *Plant Physiol.* 156:537–549.
- Paterson A.H. and Sorrells M.E. (1990). Inheritance of grain dormancy in white-kernelled wheat. *Crop Sci* 30:25–30
- Rakita S., Torbica A.M., Dokić Lj.P., Tomić J.M., Pojić M.M., Hadnadev M.S. and Dapčević Hadnadev T.R. (2015). Alpha-amylase activity in wheat flour and breadmaking properties in relation to different climatic conditions, *Food and Feed Research*, 42 (2), 91-99,
- Rehman Arif, M. A., Neumann K., Nagel M., Kobiljski B., Lohwasser U., and Börner A. (2012). An association mapping analysis of dormancy and pre-harvest sprouting in wheat. *Euphytica* 188, 409–417. doi: 10.1007/s10681-012-0705-1
- Shu K., Liu K.D., Xie O. and He Z.H. (2015.) Two Faces of One Seed: Hormonal Regulation of Dormancy and Germination. *Molecular Plant*, 9, 34-45.
- Skubacz A. and Daszkowska Golec A. (2017). Seed Dormancy: The Complex Process Regulated by Abscisic Acid, Gibberellins, and Other Phytohormones that Makes Seed Germination Work. *Phytohormones - Signaling Mechanisms and Crosstalk in Plant Development and Stress Responses*, Dr. Mohamed El-Esawi (Ed.), InTech,
- Tuttle K.M., Martinez, S.A., Schramm E.C., Takebayashi Y., Seo M. and Steber C.M. (2015). Grain dormancy loss is associated with changes in ABA and GA sensitivity and hormone accumulation in bread wheat, *Triticum aestivum* (L.). *Seed Science Research*, 25(2), 179-193.
- Wahl T.I. and O'Rourke D.A. (1993). The economic of sprout damage in wheat. Pp.10 – 17 in Walker – simmons, M.K. and Reid J.L. (Eds) Pre – harvest sprouting in cereals 1992. St. Paul Minnesota, USA, American Association of Cereal Chemist.
- Wang J., Liu Y., Wang Y., Chen Z., Dai S., Cao W., Fedak G., Yuming X.L., Dengcai W., Zheng, L.Y. (2011). Genetic variation of Vp1 in Sichuan wheat accessions and its association with pre-harvest sprouting response. *Genes Genomics* 33, 139–146. d
- Wang J., Pawelzik E., Weinert J., Zhao Q. and Wolf G.A. (2008). Factors influencing falling number in winter wheat. *European Food Research Technology*, 226, 1365–1371.
- Zhou Y, Tang H, Cheng M.P., Dankwa K.O., Chen Z.X., Li Z.Y., Gao S., Liu Y.X., Jiang Q.T., Lan X.J., Pu Z.E., Wei Y.M., Zheng Y.L., Hickey L.T. and Wang J.R. (2017). Genome-Wide Association Study for Pre-harvest Sprouting Resistance in a Large Germplasm Collection of Chinese Wheat Landraces. *Front. Plant Sci.* 8:401.

## Genetic control of seed dormancy in wheat

### Abstract

Seed dormancy is an adaptive mechanism which temporarily disables germination in optimal conditions. In order to accomplish uniform and fast germination, wheat and other cereal breeding programmes have been selected against dormancy. Consequence of this selection is low level of dormancy in modern cultivars with susceptibility to preharvest sprouting. Growth hormones such as GA, ABA and IAA are playing major role in seed dormancy maintenance. Different concentration of these hormones have direct influence on tolerance to PHS by inducing or postponing germination. Large number of QTLs have been identified for dormancy and PHS, but the most prominent ones are those located on 3A, 3B and 3D as well as on 4A chromosome. As a result hard work during many years of research tolerant PHS wheat lines and genotypes had been reported which can now be used as parents in PHS-resistant wheat breeding programmes.

**Key words:** dormancy, wheat, hormone regulation, PHS, QTL

## Ispitivanje genetske čistoće sjemena pšenice fenolnim testom

Leona Pavlic, Sonja Petrović, Ivana Rukavina, Sonja Vila, Sunčica Guberac, Vedran Orkić, Vlado Guberac

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (spetrovic@pfos.hr)*

### Sažetak

Genetska čistoća sjemena odnosi se na postotak onečišćenja sjemenom ili genetskim materijalom drugih kultivara ili vrsta. Kontrola genetske čistoće kultivara provodi se na temelju morfoloških svojstava sjemena, kemijskim te molekularnim metodama. U radu je provedeno određivanje genetske čistoće kemijskim testom na uzorcima zrna 40 genotipova pšenice. Za utvrđivanje genetske čistoće korišten je fenolni test prema UPOV-om pravilniku za DUS ispitivanja pšenice. Navedena metoda temelji se na obojenosti perikarpa pšenice te procjeni ujednačenosti obojenih zrna. Očitavanje obojenosti se temeljilo na skali od 0 do 9, pri čemu su svi genotipovi pokazivali određen stupanj obojenosti perikarpa. U ispitivanom uzorku, ocjene obojenosti su se kretale od 1 (jedan genotip) do 9 (12 genotipova), dok je za ukupno 32,5% genotipova utvrđena srednje slaba do vrlo slaba obojenost zrna. Ujednačenost obojenja je bila u prihvatljivom rasponu te su svi genotipovi ocijenjeni kao genetski čisti.

**Ključne riječi:** pšenica, genetska čistoća, fenolni test, UPOV, DUS

### Uvod

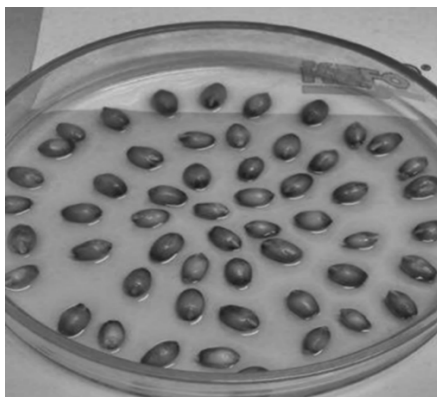
Najvažnije svojstvo sjemenske kvalitete jest njegova genetska čistoća. Održavanje genetske čistoće unutar kulturnih vrsta je imperativ za oplemenjivača. Osiguravanje genetske čistoće jer vrlo važno jer se njome omogućava stvaranje uniformnih kultivara koji imaju odgovarajuća agronomska svojstva koja zadovoljavaju uvjete proizvođača, prerađivača i potrošača (Smith i Register, 1998.). Druga, jednako važna svojstva kvalitete sjemena su ona koja direktno utječu na rast usjeva, a to su: čistoća sjemena, energija klijavosti, klijavost, životna sposobnost, zdravstveno stanje, fizičke kvalitete sjemena te dobra skladišna kvaliteta. Za identifikaciju kultivara koji pokazuje željena svojstva potrebna su sustavna i kontinuirana, višegodišnja istraživanja (Kolak, 1989.). Potencijalno korisni odabrani genotipovi moraju se ispitati u poljskim uvjetima da bi se izdvojili kultivari s kombinacijom svojstava koja bi predstavljala veliku vrijednost u uzgoju i upotrebi.

Pojam genetska čistoća sjemena odnosi se na postotak onečišćenja sjemenom ili genetskim materijalom drugih sorata ili vrsta. U sklopu Hrvatskog centra za hranu, poljoprivredu i selo, na Zavodu za sjemenarstvo i rasadničarstvo, Odjelu za rasadničarstvo provode se DUS (Distinctness, Uniformity and Stability–različitost, ujednačenost i postojanost) i VCU (Value for Cultivation and Use–gospodarska vrijednost) ispitivanja čistoće oplemenjivačkog materijala. Testovi se provode u skladu s posebnim pravilnikom koje je razvila Međunarodna unija za zaštitu novih biljnih sorti (UPOV -International Union for the Protection of new Varieties). Ocjenjivanje se provodi prema CPVO (Community Plant Variety Office) tehničkim vodičima (Rukavina i sur., 2008.). Kemijski testovi koje se koriste za DUS ispitivanja su: jod test, alkaloid test, HCL test, FeSO<sub>4</sub> test, NaOH test, KOH izbjeljivač test, peroksid test, fenolni test, te modificirani fenolni test. Kemijski testovi su ponovljivi i brzi. Klasični fenol test je razradio Pieper (1922.) na zrnju kukuruza. Metoda se, uz neke preinake, i danas koristi za ispitivanje čistoće sjemena, a temelji se na obojenosti perikarpa. Utvrđeno je da je riječ o jednom ili eventualno dva gena koji kontroliraju svojstvo, pri čemu se

ekspresija gena na fenotipu perikarpa temelji na jačoj ili slabijoj obojenosti, te da je reakcija fenola s perikarpom zrna primarno pod kontrolom enzima tirozinaze (Miczynski, 1938.). Mono, di ili polifenol oksidira enzime prisutne u perikarpu, meristemu ili drugim strukturama sjemena. Enzim tiroksinaza koristi fenol kao supstrat a kao rezultat ove enzimske reakcije aktivira se tamno obojenje netopljivog pigmenta melanina s orto kinonom i hidrosil kinonom. Melanin je u pšeničnoj stanici određen jednim genom koji može biti slabije ili jače izražen te o tome ovisi intenzitet obojenja. Fenolna reakcija s perikarpom zrna se od tada najviše koristila na pšenici (Bhowal i sur., 1969.; Coles i Wrigley 1976.; Agrawal i Karki, 1989.; Menezes i Belle, 1995.). Obojenost zrna se mjeri na skali od 1 do 9. Ukoliko je jača obojenost tada je broj bliži broju 9. Jednoličnost i jačina obojenja sjemena očitava se prema UPOV-u pravilniku. Aktualnost kemijskih testova određivanja čistoće sjemenskoga materijala pšenice ukazuju brojna istraživanja (Ukani i sur., 2016.; Mohamed, 2011.; El - Kalla (2010.). Salih (2009.) navodi da se fenol, zbog vrlo neugodnog mirisa, može zamijeniti s tirozinom pri identifikaciji kultivara pšenice te da njegovi rezultati potvrđuju da se enzimatska aktivnost tirozinaze može dovesti u vezu s otpornosti kultivara na sušu. Osim na pšenici fenolni test se može provoditi i na drugim vrstama kao što su riža (Vijayalakshmi i Vijay, 2009.; Singh i sur., 2017.) i stočni sirak (Thangavel i sur., 2005.). Cilj ovoga rada bio je ispitati genetsku čistoću 40 različitih genotipova pšenice primjenom fenolnog testa.

### Materijal i metode

Za istraživanje je odabrano 40 genotipova pšenice iz gen kolekcije Poljoprivrednoga fakulteta u Osijeku. Fenolni test preporučan je od ISTA (International Seed Testing Association) još 1999. godine. Kako se fenolni test temelji na kemijskoj reakciji fenola s perikarpom sjemena moguće je dobiti neobojeno ili obojeno sjeme. Intenzitet obojenja procjenjuje se na skali od 0 do 9. Ocjena 0 je negativno obojenje odnosno nije došlo do obojenja. Postepeno intenziviranje boje kreće se od 1 točnije svijetlo smeđeg do tamno smeđeg obojenja, a ocjenjuje se na skali od 1 do 9. Osim obojenosti sjemena očitava se i postotak jednolično obojanog sjemenskog materijala pri čemu ona ne smije biti veća od 3% (UPOV (1996). Metodologija primjene fenolnog testa je odrađena prema UPOV- om pravilniku (UPOV, 1996.). Dvjesto zrna svakog od 40 genotipova pšenice natopljeno je vodom u zasebnim plastičnim zdjelicama u trajanju od 20h. Nakon namakanja, zrno svakog genotipa zasebno je stavljeno, brazdicom prema dolje, u Petrijeve zdjelice u koje je postupno dodana 2% - tna otopina fenola do 2/3 pokrivenosti zrna (Slika 1). Sjeme je ostavljeno stajati u digestoru na temperaturi do 20°C u trajanju od 4h. Nakon isteka 4h provedeno je ocjenjivanje obojenosti zrna pšenice.



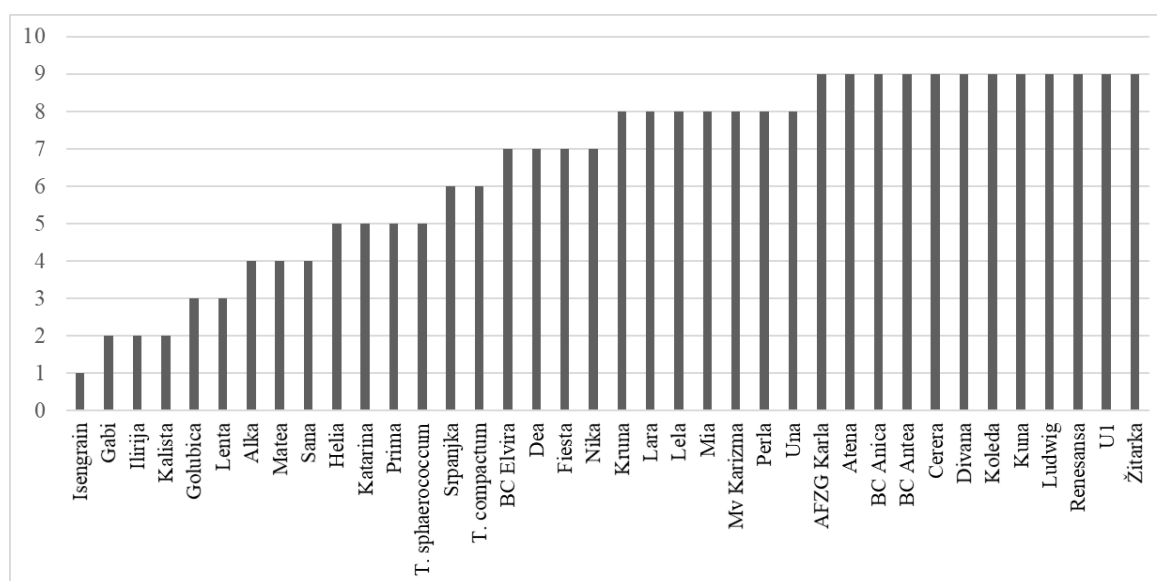
Slika 1. Zrna pšenice u otopini 2% fenola  
(foto original: Pavlic, L.)



Procjena ujednačenosti obojenja sjemena izračunana je tako da su prebrojana ona sjemena koju su odstupala od stupnja obojenosti većine sjemena po ispitivanom genotipu izražena u postotku, dozvoljeno odstupanje prema UPOV-om pravilniku iznosi 3%

## Rezultati i rasprava

Nakon provedenog fenolnog testa na 40 genotipova pšenice utvrđeno je da ukupno 47,5% genotipova pšenice ima najjaču obojenost zrna (12 genotipova je ocijenjeno ocjenom 9, a 7 genotipova ocjenom 8). Četiri genotipa je ocijenjeno ocjenom 7, za dva genotipa, Srpanjka i *T. compactum*, utvrđena je srednje jaka obojenost (ocjena 6), a četiri genotipa su ocijenjena ocjenom 5 (Helia, Katarina, Prima i *T. sphaerococcum*). Kod ukupno tri genotipa je zabilježena razina obojenosti 4, kod dva genotipa (Lenta i Golubica) ocjena 3, dok su Gabi, Ilirija i Kalista imale slabu obojenost (ocjena 2). Samo jedan francuski genotip, Isengrain, je ocijenjen ocjenom 1 - vrlo slaba obojenost zrna (Grafikon 1).

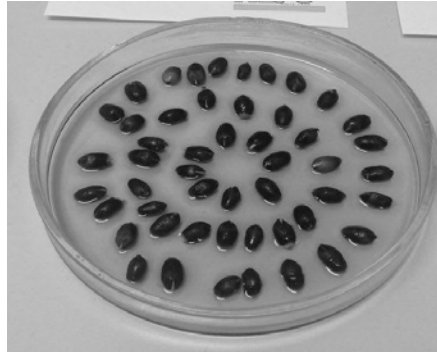


Grafikon 1. Ocjene obojenosti 40 genotipova pšenice nakon fenolnog testa

Slične rezultate istraživanja na pšenici je prikazao i El-Kalla (2010.). U istraživanju je koristio tri sorte pšenice: Sakha 94, Giza 168 i Gemmiza 10. Kako bi pokazao povezanost morfološkog i biokemijskog svojstva pri čemu je koristio različite testove, pa tako i fenolni test. Za fenolni test koristio je 1% otopinu fenola i prikazao obojenja ocjenama: nema obojenja, slabo obojenje, vrlo svijetlo obojenje te tamno obojenje.

Mohamed (2011.) je proveo istraživanje na četiri sorte pšenice gdje je koristio od svake sorte 25 zrna te 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5% te 1% otopinu fenola. Istraživali su obojenost sjemena te utjecaj hlapljenja fenola na intenzitet boje sjemena.

Svi ispitivani genotipovi pokazivali su određeni stupanj obojenosti perikarpa sjemena. U pojedinih genotipova je ujednačenost obojenosti je varirala od jednog zrna (genotip Sana – 0,5% odstupanja do odstupanja od 1% (dva zrna) u genotipa Perla (Slika 2) što je u dozvoljenom rasponu procjene genetske čistoće (UPOV, 1996.). Sjeme svih genotipova je ocijenjeno kao genetski čisto. Veći broj genotipova analizirali su i Menezes i Belle (1995.) koji su u istraživanje uključili 47 brazilskih sorata pšenice. Koristili su 2% otopinu fenola i utvrdili ujednačenu obojenost zrna kod ukupno 42 genotipa koja se kretala od vrlo tamno smeđe do svijetle boje, a za ukupno 5 genotipova je utvrđena neujednačena obojenost zrna te nisu ocijenjeni kao genetski čisti kultivari.



Slika 2. Ujednačenost obojenosti zrna genotipa Perla nakon isteka 4 sata  
(foto original: Pavlic, L.)

U svrhu sortne karakterizacije i analize čistoće sjemena pšenice Ukani i sur. (2016.) su proveli istraživanje na 28 genotipova. Korišten je između ostalih i fenolni test s kojim u šest genotipova nije zabilježeno obojenje (ocjena 0), dok je ocjena svijetlo smeđe zabilježena u devet, a tamno smeđe u pet genotipova.

### Zaključak

Ispitivanje genetske čistoće sjemena provedeno je na 40 genotipova pšenice pomoću fenolnog testa. Od ukupno 40 genotipova 12 genotipova je pokazivalo najjaču obojenost (ocjena 9), sedam genotipova je ocijenjeno s ocjenom 8, a za ukupno četiri genotipa je utvrđena ocjena 7. Dva genotipa su imala srednje jaku obojenost zrna (ocjena 6), dok je za ukupno 32,5% genotipova utvrđena srednje slaba do vrlo slaba obojenost zrna. U niti jednoga genotipa nije bila zabilježena ocjena 0. Ujednačenost obojenosti je varirala od 0,5% u genotipa Sana do odstupanja od 1% u genotipa Perle. Sjeme svih genotipova u pokusu je ocijenjeno kao genetski čisto.

### Napomena

Istraživanja su dio projekta PHENOWHEAT (HRZZ-UIP-2013-1000) financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost.

### Literatura

- Agarwal R.L., Karki B.S. (1989). Identification of wheat varieties on the basis of laboratory evaluation. Univ. Agric. Technol. Pantnagar. Res. Bull., 116
- Bhowal J.G., Banerjee S.K., Joshi M.G. (1969). The evolution of the phenol colour reaction gene in wheat. Japan. J. Genetics vol. 44, no. 3: 123-128
- Coles G.D., Wrigley C.W. (1976). Laboratory methods for identifying New Zealand wheat cultivars, New Zealand Journal of Agricultural Research, 19:4, 499-503,
- El-Kalla S.E., Lillah A.A., El-Emery M.I., Kishk A.M.S. (2010). Determination of Genetic Purity in Three Common Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties. Research Journal of Seed Science, 3: 227-233.
- Kolak I. (1989). Kvaliteta i kontrola kvalitete sjemena. Stručni rad. Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja, Zagreb
- Menezes N.L. and Belle R.A. (1995). Cultivars identification of wheat by phenol test. Cienc. Rural. vol.25, n.2, pp.315-316
- Miczynski K. (1938). Genetische Studien fiber die Phenol Farben Reaktion beim Weizen. Z, zucht. 22: 564-587.
- Mohamed E.A.I. (2011). Laboratory methods for the recognition of seed od some wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. J. Plant Production, Mansoura Univ., Vol. 2(1): 157-163.

- Pieper H. (1922). Ein Mittel zur unterscheidung von weizensorten an korn, pp. 1-49. Deutsche Landwirtschaftliche Press. Berlin
- Rukavina I., Jurić R., Varnica I. (2009). Utvrđivanje fenotipske različitosti ozime pšenice u DUS ispitivanju. Zbornik radova 44. i 4. međunarodnog simpozija agronoma Opatija, Marić, S.; Lončarić, Z. (ur.). Osijek, 385-389.
- Rukavina I., Jurić R., Varnica I. (2008). DUS ispitivanja novih sorata ozime pšenice u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2008. Zbornik radova 45. i 5. međunarodnog simpozija agronoma Opatija, Pospišil. M. (ur.) Zagreb, 269-272.
- Salih K.A. (2009). Wheat grain tyrosinase activity as an index of drought resistance. *Indian J. Crop Sci.* 4(1-2):142-145.
- Singh C., Sripathy K.V., Jeevan K.S.P., Bhojaraja N.K., Govind P., Udaya B.K., Ramesh K.V. and Somasundaram G. (2017). Delineation of Inheritance Pattern of Aleurone Layer Colour Through Chemical Tests in Rice. *Rice*, 10:48
- Španić V. (2016). Pšenica. Poljoprivredni institut Osijek, Osijek. 83-95.
- Thangavel P., Bharathi A., Natarajan N., Evera T. (2005). Varietal Grouping in Sorghum by Seed and Seedling Morphology and Response to Chemical Testing. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 18 (3):664-672
- Ukani J.D., Patel J.B., Babariya C.A., Ramani P.S. (2016). Characterization of Wheat Varieties (*Triticum* spp.) through Chemical Test. *The Bioscan*, 11(1): 315-319.
- UPOV (1996). Guideline for the distinctness, uniformity and stability wheat (*Triticum aestivum* L.). TG/3/11.
- Vijayalakshmi B., Vijay D. (2009). Development od Seed Keys for Variety Identification in Rice using Chemical Tests. *Seed Research*, Vol. 37(1/2): 56-61

## Application of phenol test for seed purity examination in wheat gene collection

### Abstract

The most important feature of the seed quality is its genetic purity. Essentially, genetic purity of seeds ensures plants in the crop desired properties. Genetic purity refers to the percentage of contamination by seeds or genetic material of other varieties or species. In this thesis chemical control method for genetic purity of cultivars using phenol method. The phenol method was concuted according to UPOV guidelines for DUS testing. Method is based on the color quantification of the wheat pericarp and on the assesment of seed color uniformity. Investigation was carried out on 40 different wheat genotypes. Grain color was determined according to the coloration grade, on a scale from 0 to 9. All genotypes showed certain degree of pericarp coloration. Coloration grades were from 1 (one genotype) to 9 (12 genotypes), 32.5% of genotypes were scored as medium low to very low coloration of grain. Color uniformity of tested seeds was in accetable range thus all genotypes were characterised as genetically pure.

**Key words:** wheat, genetic purity, phenol test, UPOV, DUS

## Project: Genotype specificity of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) highly nutritional natural food supplement

Andrijana Rebekić<sup>1</sup>, Miroslav Lisjak<sup>1</sup>, Katarina Mišković Špoljarić<sup>2</sup>, Sunčica Guberac<sup>1</sup>, Vedran Orkić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, University of J.J. Strossmayer in Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia (arebekic@pfos.hr)

<sup>2</sup>Faculty of Medicine, University of J.J. Strossmayer in Osijek, Cara Hadrijana 10/E, Osijek, Croatia

### Abstract

The aim of this paper is to present Installation research project „Genotype specificity of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) highly nutritional natural food supplement“ financed by Croatian Science Foundation. With an aim to examine nutraceutical composition of wheatgrass the proposed study will investigate (1) genotype specificity of wheatgrass regarding the *in vitro* bioavailability of Zn, Fe, Se, Mn, Mg, Ca, K and Na, antioxidant activity and the content of chloroplast pigments, (2) the influence of Zn and Se biofortification on mineral composition, antioxidant activity and content of chloroplast pigments and (3) antiproliferative effect of wheatgrass extracts on human tumor cell lines.

**Key words:** Croatian Science Foundation, wheatgrass, micronutrients, bioavailability, antioxidative activity

### Introduction

Due to growing demand for food products that have an increased beneficial effect on human health part of agricultural production is directed towards production of food with improved characteristics and to production of functional foods. From the aspect of agricultural crop production, biofortification of wheat is accepted as an agronomic measure of grain enrichment with minerals and vitamins (Saltzman et al., 2017, Finkelstein et al., 2017). Such enriched products are functional foods, that belongs to group of enriched and improved agricultural products.

Wheatgrass represents young shoots of the species of Genus *Triticum*, which are cultivated and used in a form of dietary supplements as fresh juice, powder or tablets. Wheatgrass contains high concentrations of chlorophylls, bioflavonoids, essential amino acids, vitamins and minerals and has high antioxidant activity, which is why it is recommended in the treatment of chronic diseases (Sharma et al., 2013). One of the most important properties of wheatgrass is high chlorophyll content. In fresh juice of wheatgrass grown in open air, chlorophyll content is higher than in broccoli and kale samples (Wakeham, 2013) and it was found that it can be up to 70% (Swati et al., 2010) and it is dependable on the growing conditions (Wakeham, 2013).

Due to the high content of bioflavonoids (Singh et al., 2012) and the high antioxidant activity of wheatgrass, its effect on cell lines of various human cancers was studied (Altinok et al., 2008, Avci et al., 2008, Karadag et al., 2007), where the antiproliferative effect of wheatgrass has been determined.

Few research studies were engaged in investigation of optimal agrotechnic conditions for wheatgrass cultivation. The effect of different light spectrum illumination on the

antioxidative properties of wheatgrass of different wheat genotypes was tested (Urbonavičiūtė et al., 2009), method of drying wheatgrass for powder production (Das et al., 2011) and different germination and breeding conditions (Kulkarni et al., 2006) were studied. In addition, only one publication was published so far in which *in vitro* bioavailability of elements was investigated only one wheat genotype.

The unique contribution of the proposed research is in determination of the genotypic specificity of wheat with respect to the nutraceutical properties of wheatgrass. Furthermore, proposed research will contribute to the development of a methodology for determination of the *in vitro* bioavailability of minerals in wheatgrass. These results will contribute to a better understanding of the beneficial characteristics of wheatgrass, and obtained results will serve as a basis for future research in the same area.

## **Material and methods**

### **Plant material and cultivation of wheatgrass**

A 100 wheat genotypes that will be used in this research are part of the collection of the Agricultural Faculty in Osijek and are grown in the field experiment conducted within the Installation project PHENOWHEAT No. 2000 funded by the Croatian Science Foundation.

Wheatgrass will be cultivated from conventionally cultivated grain and biofortified wheat grain under controlled conditions. The grain will be sown in peat pellets that will be placed in the growing chamber (20 °C, at 12h / 12h night), and a growth will be monitored on a daily basis. Cultivation of wheatgrass in growth chamber will be carried out according to the completely randomized design with three replicates.

### **Determination of chloroplast pigments**

Determination of the content of chloroplast pigments (chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids) will be performed by spectrophotometric determination by Lichtenthaler and Welburn (1983). The pigment concentrations will be expressed in milligrams per gram of fresh weight of plant material. Chloroplast pigments will be determined in a total of 320 samples.

### **Preparation of samples for *in vitro* digestion and extraction**

Simulation of *in vitro* digestion will be carried out on: (1) fresh wheatgrass juice and (2) wheatgrass powder. The extraction of wheatgrass samples will be carried out as extraction by maceration with ultra pure water as a solvent (Kulkarni et al., 2006) and by using an ultrasonic water bath according to Akbas et al. (2017).

### **Simulation of *in vitro* digestion and determination of *in vitro* bioavailability of Zn, Fe, Se, Mn, Mg, Ca, K and Na**

Concentration of elements in the samples before *in vitro* digestion will be determined by ICP-OES (induced coupled plasma-optical emission spectrometry, Perkin Elmer 2100 DW technique after digestion of samples by wet digestion according to (Kingston and Lassie, 1986). Simulation of *in vitro* digestion will be carried out according to Kiers, Nout and Rombouts (2000) and according to Minekus et al. (2015). Bioavailability will be calculated as  $B(\%) = (\text{concentration in samples after in vitro digestion} * 100) / \text{concentration in samples before in vitro digestion}$ . The simulation of *in vitro* digestion and the determination of the bioavailability of Zn, Fe, Se, Mn, Mg, Ca, K and Na will be carried out on 1920 samples, and 15360 single concentration measurements will be made.

### **Determination of antioxidant activity of wheat grass extract**

The antioxidant capacity will be tested using the DPPH method (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil) according to Brand-Williams et al. (1995) with necessary modifications due to sample characteristics. In addition, the antioxidant capacity will be determined based on the ORAC method (Oxygen Radical Absorbance Capacity) according to Prior et al. (2003). The total content of phenol and flavonoid will be determined using the Folin–Ciocalteu method (Ainsworth and Gillespie, 2007) and the results will be calculated on the basis of a standard curve of gallic acid. Determination of the antioxidant activity will be carried out on a 2360 samples and in total 7080 measurements will be made.

### ***In vitro* methods used for estimation of antiproliferative effect.**

Antiproliferative effect of wheatgrass extracts will be tested on five human tumour cell lines. There are: acute promyelocytic leukaemia (HL-60: ATCC®CCL-240TM), acute lymphoblastic leukaemia (MOLT-4: ATCC®CRL-1582TM), cutaneous T lymphocyte (HuT-78: ATCC®TIB-161TM), gastric adenocarcinoma (AGS: ATCC®CRL-1739TM), and duodenum adenocarcinoma (HuTu-80: ATCC®HTB-40TM). Antiproliferative effect will be estimated by spectrophotometric MTT assay (Mickisch et al., 1991).

### **Statistical data analysis**

The data collected in the first two years of the study will be used to examine the specificity of wheat genotypes with respect to nine variables (concentration of essential elements in the samples before and after *in vitro* digestion, *in vitro* bioavailability, total phenolic content and flavonoid content, DPPH test and ORAC test, content of chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids). For each of the examined variables, the corresponding measurements of the descriptive statistics will be calculated. Examined genotypes will be grouped according to the similarity of examined traits by hierarchical cluster analysis. The distances between individual groups will be calculated by Squared Euclidean Distance, and the dendrogram will be based on the average linkage within the group.

Differences between investigated treatments (genotype, biofortification, days after germination, sample type and extraction method) and their interactions will be tested by factorial analysis of variance. Differences between levels of individual treatments will be tested using Tukey's HSD test at significance level of  $p < 0.01$ . The interdependence of the examined traits will be investigated by correlation and regression analysis ( $p < 0.05$ ). The statistical analysis will be carried out using the SAS 9.4 for Windows, SAS Enterprise Guide 7.1 and JMP 9.0.

### **Results and discussion**

In general, project activities can be divided into five groups: (1) activities leading to determination of genotypic specificity of the examined genotypes regarding examined traits, (2) activities carried out to determine the effects of Zn and Se biofortification, the age of the tillers, type of sample, and extraction method on the examine traits of the wheatgrass, (3) to investigate the biological effect of wheatgrass extract on human carcinoma cell lines, (4) dissemination of results and (5) application to proposals for different sources of finance in order to continue the work of the research group. The research results will be significant on an international level, because the determination of wheat genotype specificity will result in a recommendation on which genotypes can be used to produce wheatgrass as a mineral food supplement and which genotypes are better to use for their antioxidant properties. Results of this research will be used for PhD thesis of young PhD student who will be employed during

the project implementation. In addition, members of research group will actively apply on call's for other sources of financing in order to continue this research.

## Conclusions

Considering that research of this type and this scope on wheatgrass has not been yet carried out, this project will result in a new knowledge of importance to the Croatian and international scientific community. According to our knowledge, this project is a first project in the Republic of Croatia that will research nutraceutical properties of wheatgrass. In addition, within the project, a method for simulation of *in vitro* digestion which is not used by any other research group in Croatia, will be indirectly developed. By developing research in the new field and developing a new methodology, the project and research group will become recognizable in the scientific community.

## Acknowledgement

This work has been supported in a part by Croatian Science Foundation under the project 4292.

## References

- Ainsworth E. and Gillespie K. (2007). Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin–Ciocalteu reagent. *Nature Protocols*, 2(4), pp.875-877.
- Akbas E., Kilercioglu M., Onder O., Koker A., Soyler B. and Oztop M. (2017). Wheatgrass juice to wheat grass powder: Encapsulation, physical and chemical characterization. *Journal of Functional Foods*, 28, pp.19-27.
- Altinok B., Ozkan T., Karadag A., Aydos S., Biyikli Z. and Sunguroglu A. (2008). Apoptotic effect of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) extract on Baf3p210 and Baf3p210-T315I leukemia cell lines. *Planta Medica*, 74(09).
- Avci A., Gurleyik E., Ozkan T., Altinok B., Karadag A., Aydos S. and Sunguroglu A. (2008). Effect of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) on oxidant/antioxidant status in Baf 3p210 and T315i cell lines. *Planta Medica*, 74(09).
- Brand-Williams W., Cuvelier M.E. and Berset C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 28, pp.25-35.
- Das A., Raychaudhuri U. and Chakraborty R. (2011). Effect of freeze drying and oven drying on antioxidant properties of fresh wheatgrass. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(6), pp.718-721.
- Finkelstein J., Haas J. and Mehta S. (2017). Iron-biofortified staple food crops for improving iron status: a review of the current evidence. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, pp.138-145.
- Karadag A., Ozkan T., Altinok B., Aydos S. and Sunguroglu A. (2007). Antiproliferative and apoptotic effects of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) extracts on chronic myeloid leukemia (CML) cell line. *Planta Medica*, 73(09).
- Kiers J., Nout R. and Rombouts F. (2000). In vitro digestibility of processed and fermented soya bean, cowpea and maize. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(9), pp.1325-1331.
- Kingstone H.M. and Lassie L.B. (1986). Microwave energy for acid decomposition at elevated temperatures and pressures using biological and botanical samples. *Analytical Chemistry*, 58, pp. 2534-2541.
- Kulkarni S., Tilak J., Acharya R., Rajurkar N., Devasagayam T. and Reddy A. (2006). Evaluation of the antioxidant activity of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) as a function of growth under different conditions. *Phytotherapy Research*, 20(3), pp.218-227.
- Lichtenthaker H. and Welburn A. (1983). Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11(5), pp.591-592.
- Mickisch G., Fajta S., Bier H., Tschada R. and Alken P. (1991). Cross-resistance patterns related to glutathione metabolism in primary human renal cell carcinoma. *Urological Research*, 19(2), pp.99-103.

- Minekus M., Alming M., Alvito P., Ballance S., Bohn T., Bourlieu C., Carrière F., Boutrou, R., Corredig M., Dupont D., Dufour C., Egger L., Golding M., Karakaya S., Kirkhus B., Le Feunteun S., Lesmes U., Macierzanka A., Mackie A., Marze S., McClements D., Ménard O., Recio I., Santos C., Singh R., Vegarud G., Wickham M., Weitschies W. and Brodkorb A. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus. *Food & Function*, 5(6), pp.1113-1124.
- Prior R.L., Hoang H. and Gu L. (2003). Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORAC (FL)) of plasma and other biological and food samples, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, pp.3273–3279.
- Saltzman A., Birol, E., Oparinde, A., Andersson M., Asare-Marfo D., Diressie M., Gonzalez C., Lividini K., Moursi M. and Zeller M. (2017). Availability, production, and consumption of crops biofortified by plant breeding: current evidence and future potential. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1390(1), pp.104-114.
- Sharma S., Shrivastav V.K., Shrivastav A. and Shrivasta B.R. (2013). Therapeutic potential of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) for the treatment of chronic diseases. *South Asian Journal of Experimental Biology*, 3(6), pp. 3018-313.
- Singh N., Verma P. and Pandey B.R. (2012). Therapeutic Potential of Organic *Triticum aestivum* Linn. (Wheat Grass) in Prevention and Treatment of Chronic Diseases: An Overview. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*, 4(1), pp.10-14.
- Swati P., Sushma D., Indira R., Alka G. and Mamta D. (2010). Multitude potential of wheatgrass juice (Green Blood): An overview. *Chronicles of young scientists*, 1(2), pp.23-28.
- Urbonavičiūtė A., Samuolienė G., Brazaitytė A., Duchovskis P., Ruzgas V. and Žukauskas A. (2009). The effect of variety and lighting quality on wheatgrass antioxidant properties. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 96(3), pp. 119–128.
- Wakeham, P. (2013). The medicinal and pharmacological screening of wheatgrass juice (*Triticum aestivum* L.): an investigation into chlorophyll content and antimicrobial activity. *The Plymouth Student Scientist*, 6(2), pp. 20-30.



## Some doubts and controversies about anatomy of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed coat

Siniša Srećec<sup>1</sup>, Valerija Dunkić<sup>2</sup>, Nada Bezić<sup>2</sup>, Dario Kremer<sup>3</sup>, Renata Erhatic<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Križevci College of Agriculture, M. Demerca 1, Križevci, Croatia (ssrecec@vgtuk.hr)

<sup>2</sup> University of Split, Faculty of Science, Ruđera Boškovića 33, Split, Croatia

<sup>3</sup> University of Zagreb, Faculty of Pharmacy and Biochemistry, Kovačića 1, Zagreb, Croatia

### Abstract

The aim of this research is to clarify the anatomy of carob seeds because of two currently accepted but incomplete explanations. The number of tissues within carob seed is ten, but not just four as defined by previous authors. It is obvious from this study that after the layer of malphigian cells, or precisely after linea lucida, is placed a monolayer of cells, than follows a layer of mechanical tissue and after it, follows again a monolayer of cells, whose cells produce a cuticle and causing a brightness of the surface of carob seed. Also, it is visible a continuous thin line which formats a ring inside the layer of malphigian cells, below linea lucida. Distribution of other tissues corresponds with determinations of previous researchers.

**Key words:** carob tree, *Ceratonia siliqua* L., carob seed anatomy, carob seed coat

### Introduction

Carob tree (*Ceratonia siliqua* L.)  $2n = 24$ , is a plant belonging to the Fabaceae family, subfamily of Caesalpinioideae (Takhtajan, 2009) and it is evergreen tree, native to the coastal regions of Mediterranean basin and southwest Asia. Carob tree is considered to be an important component of vegetation for economic and environmental reasons (Batlle and Tous, 1992; Karababa and Coşkuner, 2013). Carob tree was brought it from its native Middle East to Greece and Italy by the ancient Greeks and Romans and the Arabs disseminated it all around the North African coast and also into Spain and Portugal. Carob tree is very respect plant species in cultural sense and also research and development. Carob tree was spread Spanish to other Mediterranean-like regions such as California, Arizona, Mexico, Chile and Argentina by Spanish. Mediterranean emigrants brought it in some parts of Australia and South Africa and English brought it to India (Zohary, 2002; Akbulut and Bayramoglu, 2013; Rababah et al., 2013). In the 4th century A.D. the Roman and Byzantine weight for carat was based on the weight of the seed of the carob tree (Oddy and La Niece, 1986), but variability of pre-metrication carat weight standards is also around 5% suggesting that human rather than natural selection gave rise to the carob myth (Turnbull et al., 2006). Carob seeds are very important source of galactomannans (Carob gum - E410) it has an important role in food and pharmaceutical industry. Galactomannans are polysaccharides consisting of a mannose backbone with galactose side groups (more specifically, a (1-4)-linked beta-D-mannopyranose backbone with branchpoints from their 6-positions linked to alpha-D-galactose, i.e. 1-6-linked alpha-D-galactopyranose) (Prajapati et al., 2013). However, the carob seeds are very hard for processing, because of structure of the seed coat (Benković et al., 2016). In spite of huge economic importance of carob, the anatomy of carob seeds were studied only by Fahn (1990) and his drawing of transversal cut through the carob seed were took over by Bewley et al. (2006), but with different names and explanation of some tissues. Thus, the aim of this research is to clarify the anatomy of carob seeds because of two current incomplete explanations.

## Material and methods

Because of carob seeds extreme hardness and huge mechanical resistance (Benković et al., 2016) the seeds were immersed in hot water at 100°C for 5 minutes (Gunes et al., 2013). After treatment with hot water, the transversal cuts for microscopic studies were handmade, by scalpel. Microscopic studies were performed using the binocular microscope Carl Zeiss Axiolab with normal and phase contrast objective (Ph2) (Carl Zeiss Microscopy, Jena, Germany) at 4x and 40x magnification. The microphotographs were done by DinoEye, eyepiece camera powered by Dino Capture 2.0 software.

## Results and discussion

After treatment with hot water, it was finally possible to make a good, which means thin and fully translucent cut through the carob seed (fig. 1).

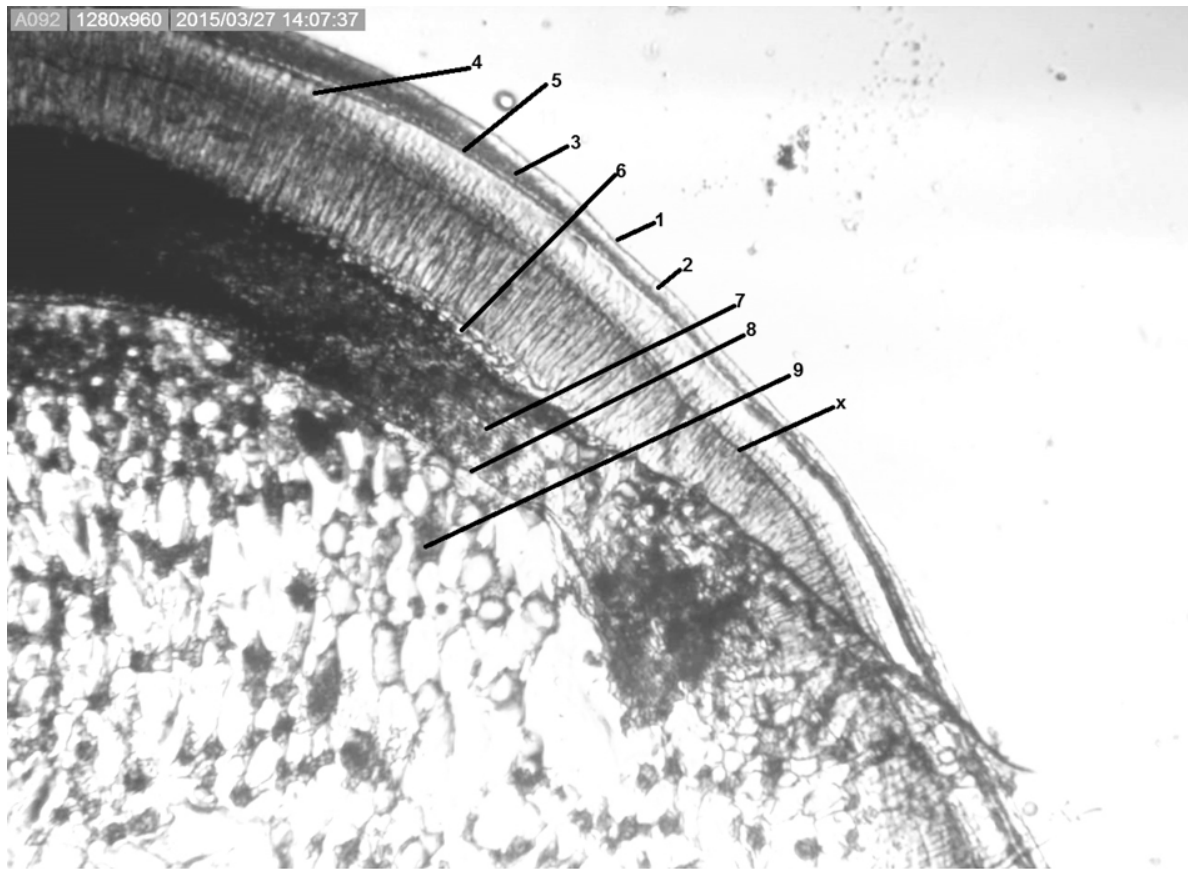


Fig. 1. Transversal cut through the carob seed (*Ceratonlia siliqua* L.) (partially squashed in the right corner)

1-cuticle, 2-epidermis, 3-mechanical tissue of exotesta, 4-malphigian cells with linea lucida, 5-monolayer of cells (inner epidermis), 6-osteosclereids, 7-mechanical tissue of mesotesta, 8-thin layer between mesotesta and endosperm, 9-endosperm, x-layer; a continuous thin line which forms a ring within malphigian cells below the area of linea lucida.

It is obvious in fig. 1 that the number of tissues in transversal cut through the carob seed is higher than is described by the previous authors (Fahn, 1990; Bewley et al., 2006). The number of tissues within carob seed is ten (fig. 1), but not just four as defined by previous authors (fig. 2 image a and b). Observing the figure 1 from inside to outside, it is visible that after the layer of malphigian cells, or precisely after linea lucida (fig. 1, position 4), is placed a monolayer of cells (fig. 1, position 5), than follows a layer of mechanical tissue (fig. 1, position 3) and after it, follows again a monolayer of cells (fig. 1, position 2) of similar

structure like those on position 5 which obviously look like epidermis, whose cells produce a cuticle (fig. 1, position 1) and causing a brightness of the surface of carob seed.

However, distribution of other tissues somehow corresponds with drawing of Fahn (1990) and explanations of other authors (Bewley et al., 2006). Namely, placement of osteosclereids in drawing of Bewley et al. (2006) obviously corresponds with position of osteosclereids in Fahn's drawing. On the other hand, a very thick layer of mechanical tissue, named as mesotesta in "The Encyclopedia of Seeds" (Bewley et al., 2006) is not named in Fahn's "Plant anatomy" (1990). Respecting the fact, that these microscopic studies were made on completely mature carob seeds, it is possible to accept the term mesotesta for that mechanical tissue (fig. 1, position 7), suggested by Bewley et al. (2006). Also, on fig. 1, position 8, a very thin layer is visible between mesotesta and endosperm (also named by Fahn, 1990, as mucilaginous endosperm, and named just as endosperm by Bewley et al., 2006). This thin layer of tissue is described as cuticle between integument and nucellus on original Fahn's drawing. On the other hand, in spite of fact that the authors of "The Encyclopedia of Seeds" (Bewley et al., 2006), correctly cited the source of drawing, this thin layer of tissue stays unnamed. The question is; is this thin layer of tissue rudiment of epidermis of previous inner integument of ovule? Placement and structure of endosperm on fig. 1 (position 9) completely corresponds with Fahn's drawing (1990; Bewley et al., 2006). However, on fig. 1 (position x) is also visible one very thin line, we named as x-layer. It is continuous thin line and formats a ring all around the layer of malpighian cells, below linea lucida. The origin and function of that x-layer is completely unknown and it is not mentioned in available literature sources, but its existence is obvious and not only in one micro slide but in all microscopic studies (Benković et al., 2016).

After all, the question is; how to explain the difference of five tissues, between our microscopic studies and available literature sources? Namely, it is extremely tough job, because of extreme hardness of carob seeds, to make thin and fully translucent cut through the carob seed of good quality for microscopic studies. Respecting the advantages of modern technical devices, ordinary microtomes were completely useless in this study and it was not possible to achieve the sufficient quality of micro slides without hot water treatment (Gunes et al., 2013) and doing the transversal cuts by hand. That is the reason why the microphotograph on figure 1 is partially squashed on the right side and this could be, definitely, possible objection of every reader, but every anatomist is quite aware that only if you are very lucky you will achieve a good transversal cut through the carob seed without squash (Benković et al., 2016).

However, it is very hard and even impossible to explain the origin of carob seed tissues without knowing the morphology of ovule of carob. Namely, von Haselberg in her doctoral dissertation (2000) found that the ovule of carob is of anatropous type with clearly distinguishable inner and outer integuments. Also, vascular bundle pass through the outer integument from funiculus to chalaza and the integuments partly envelop the nucellus and both are joined at the chalazal end. Moreover, she described tissues with fluorescence response such as; epidermic hairs, styler (transmitting) tissue and vascular bundles.

## Conclusions

Considering the term, used by von Haselberg (2000), 'transmitting' tissue, the question is; - if after anthesis and pollination, these two integuments of carob ovule during the formation and development of seed are growing into one seed coat, which is natural development of seed coat, is it possible that the layers of tissues on figure 1, positions 1, 2, 3 and 5 are developed from the outer integument and determine exotesta of mature carob seed. On the other hand, the inner integument creates mesotesta and finally, the layer of malpighian cells

including linea lucida is just a kind of connective tissue, between exo- and mesotesta. Maybe, it will be very brave speculation that x-layer (fig. 1, position x), could be, just a rudiment of former vascular bundle, which extends from funiculus.

### Acknowledgement

This research has been fully supported by Croatian Science Foundation, grant number: IP-2013-11-3304-TEUCLIC.

### References

- Akbulut S. and Bayramoglu M.M. (2013). The trade and use of some medicinal and aromatic herbs in Turkey. *Stud of Ethno-Medicine* 7: 67-77.
- Battle I. and Tous J. (1992). Carob tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Benković M., Srećec S., Bauman I., Ježek D., Karlović S., Kremer D., Karlović K. and Erhatic R. (2016). Assessment of drying characteristics and texture in relation with micromorphological traits of carob pods and seeds (*Ceratonia siliqua* L.). *Food Technology and Biotechnology* 54, 432-440.
- Bewley J.D., Black M. and Halmer P. (2006). *The Encyclopedia of Seeds: Science, Technology and Uses*. Wallingford, Oxfordshire, UK and Cambridge, Massachusetts, USA: CABI.
- Fahn A. (1990). *Plant Anatomy*. 4th ed. Oxford, UK and New York, USA: Pergamon Press.
- Gunes E., Gubbuk H., Ayala-Silva T., Gozlekci S. and Ercisli S. (2013). Effects of various treatments on seed germination and growth of carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Pakistan Journal of Botany* 45: 1173-1177.
- Von Haselberg C.D. (2000). Vegetative growth and flower and fruit development in carob trees (*Ceratonia siliqua* L.) with special emphasis on environmental conditions at marginal production sites in south Portugal. [Doctoral dissertation – in English] Humboldt-Universität zu Berlin Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät Institut Für Gartenbauwissenschaften Fachgebiet Obstbau, Berlin. Available from: [https://www.researchgate.net/profile/Christiane\\_Von\\_Haselberg/publication/270889722\\_Vegetative\\_Growth\\_and\\_Flower\\_and\\_Fruit\\_Development\\_in\\_Carob\\_Trees\\_Ceratonia\\_siliqua\\_L\\_with\\_Special\\_Emphasis\\_on\\_Environmental\\_Conditions\\_at\\_Marginal\\_Production\\_Sites\\_in\\_South\\_Portugal/links/54b7d9140cf28faced608de2.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Christiane_Von_Haselberg/publication/270889722_Vegetative_Growth_and_Flower_and_Fruit_Development_in_Carob_Trees_Ceratonia_siliqua_L_with_Special_Emphasis_on_Environmental_Conditions_at_Marginal_Production_Sites_in_South_Portugal/links/54b7d9140cf28faced608de2.pdf)
- Karababa E. and Coşkuner Y. (2013). Physical properties of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): an industrial gum yielding crop. *Industrial Crops and Products* 42: 440–6.
- Oddy A. and La Niece S. (1986). Byzantine gold coins and jewellery. *Gold Bulletin* 19: 19-27.
- Prajapati V.D., Jani G.K., Moradiya N.G., Randeria N.P., Nagar B.J., Naikwadi N.N., Variya B.C. (2013). Galactomannan: A versatile biodegradable seed polysaccharide. *International Journal of Biological Macromolecules* 60: 83-92.
- Rababah T.M., Al-u'datt M., Ereifej K., Almajwal A., Al-Mahasneh M., Brewer S., Alsheyab F. and Yang W. (2013). Chemical, functional and sensory properties of carob juice. *Journal of Food Quality* 36: 238-44.
- Takhtajan A. (2009). *Flowering plants*. Springer, Dordrecht.
- Turnbul L.A., Santamaria L., Martorel T., Rallo J. and Hector A. (2006). Seed size variability: from carob to carats. *Biology Letters* 2: 397–400.
- Zohary D. (2002). Domestication of the carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Israel Journal of Plant Sciences* 50: S-141–S-145.



**Povrćarstvo,  
ukrasno, aromatično  
i ljekovito bilje**

**04**

**Vegetable Growing,  
Ornamental, Aromatic  
and Medicinal Plants**



## Alelopatski potencijal biljnih vrsta iz porodice Convolvulaceae na salatu

Renata Baličević<sup>1</sup>, Marija Ravlić<sup>1</sup>, Pavo Lucić<sup>1</sup>, Nikolina Šević<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (mravlic@pfos.hr)

<sup>2</sup>Studentica diplomskog studija Poljoprivrednog fakulteta Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku

### Sažetak

U radu je istražen alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata od biljne mase korovnih vrsta običnog ladoleža (*Calystegia sepium* (L.) R.Br.) i poljskog slaka (*Convolvulus arvensis* L.) na klijavost sjemena i rast klijanaca salate. Pokus je proveden u Petrijevim zdjelicama s vodenim ekstraktima od suhe mase stabljike i lista navedenih vrsta u koncentraciji od 5%. Klijavost sjemena salate snižena je značajno u svim tretmanima do 12%. Vodeni ekstrakti smanjili su i duljinu korijena i svježiu masu klijanaca. Značajno smanjenje duljine izdanka salate zabilježeno je samo u tretmanu s ekstraktom lista poljskog slaka. Korovne vrste razlikovale su se u svom alelopatskom potencijalu, kao i biljni dijelovi.

**Ključne riječi:** alelopatija, vodeni ekstrakti, *Calystegia sepium*, *Convolvulus arvensis*, salata

### Uvod

Alelopatija je biološki fenomen koji predstavlja pozitivni ili negativni, izravni ili neizravni, utjecaj biljke, gljive ili mikroorganizma na rast i razvoj drugih organizama putem sekundarnih metabolita odnosno alelokemikalija koje se oslobađaju u okoliš (Rice, 1984., Narwal i sur., 2005.). Prisutnost alelokemikalija utvrđena je u brojnim biljnim vrstama, te u različitim biljnim dijelovima (Rice, 1984., Fateh i sur., 2012., Ravlić, 2015.). Alelokemikalije se u okoliš otpuštaju ispiranjem iz biljnih dijelova, volatilizacijom odnosno isparavanjem, razgradnjom biljnih ostataka te izlučivanjem korijenovih eksudata (Narwal i sur., 2005.). U agroekosustavima alelopatske interakcije se odvijaju između usjeva, između korova te između usjeva i korova (Narwal i sur., 2005.). Identifikacija alelopatskog potencijala korovnih vrsta pridonosi njihovom boljem poznavanju i smanjenju njihovog negativnog utjecaja na usjeve (Baličević i sur., 2014., Ravlić, 2015.). Obični ladolež (*Calystegia sepium* (L.) R.Br.) i poljski slak (*Convolvulus arvensis* L.) višegodišnje su vrste iz porodice slakova (Convolvulaceae), te se kao korovi javljaju u brojnim oraničnim usjevima, u žitaricama i okopavinama, u vinogradima, vrtovima te na ruderalnim staništima (Knežević, 2006.). Smanjuju vrijednost usjeva kroz kompeticiju, otežavaju žetvu, te uspostavljaju populacije koje je teško suzbijati kemijskim pripravcima (Pfirter i sur., 1997.). Poljski slak jedna je od najčešćih korovnih vrsta, smatra se izrazito agresivnim korovom (Skinner i sur., 2000.), a njegovo alelopatsko djelovanje zabilježeno je na usjeve i korove (Hegab i Ghareib, 2010., Rahimzadeh i sur., 2012., Fateh i sur., 2012., Baličević i sur., 2014., Golubanova i Ilieva, 2014., Balah, 2015.). Cilj rada bio je proučiti alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata od biljne mase običnog ladoleža i poljskog slaka na klijavost i rast klijanaca salate.

### Materijal i metode

Svježa nadzemna masa biljnih vrsta obični ladolež (*C. sepium*) i poljski slak (*C. arvensis*) prikupljena je u srpnju 2016. godine s obradivih i ruderalnih površina u okolici grada Osijeka. Prikupljene su jedinice u fenološkoj fazi cvatnje (Hess i sur., 1997.). U laboratoriju



su biljke očišćene od tla, te su razdvojene na stabljiku i list. Nakon prosušivanja na zraku, biljna masa dosušena je u sušioniku pri konstantnoj temperaturi od 70 °C tijekom 72 sata. Osušeni dijelovi usitnjeni su i samljeveni u mlinu u prah.

Vodeni ekstrakti pripremljeni su prema metodi Norsworthy (2003.) potapanjem 50 g biljne mase (stabljike odnosno lista) u 1000 ml destilirane vode. Nakon 24 sata smjese su procijeđene kroz muslinsko platno i filtrirane kroz filter papir čime su dobiveni vodeni ekstrakti koncentracije 5%. Vodeni ekstrakti čuvani su u hladnjaku do početka pokusa.

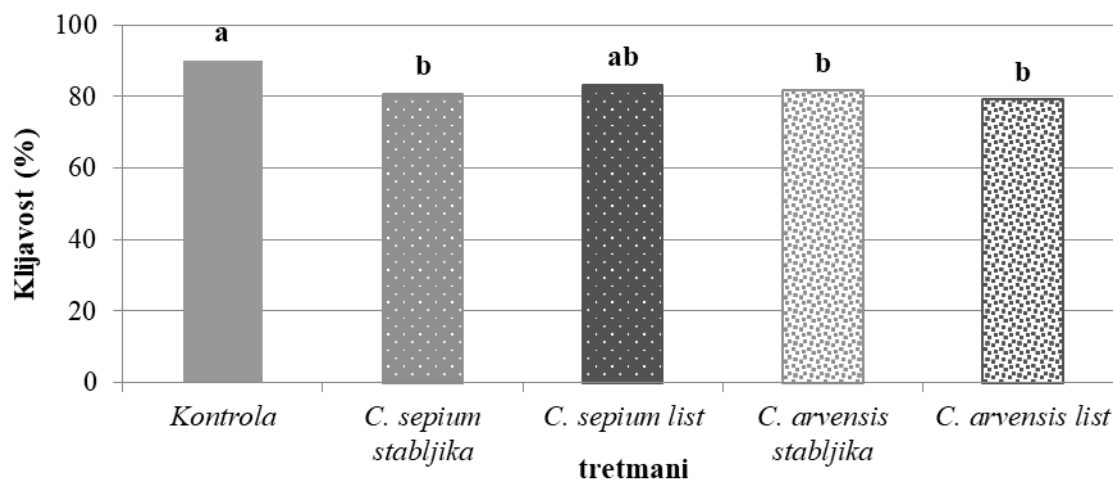
Kao test vrsta korištena je salata sorte Majska kraljica čije je sjeme površinski dezinficirano 1% otopinom NaOCl prije pokusa (Siddiqui i sur., 2009.).

Pokus je proveden u laboratoriju u Petrijevim zdjelicama po potpuno slučajnom planu s četiri ponavljanja, te je izveden dva puta. U svaku Petrijevu zdjelicu na filter papir navlažen s 3 ml ekstrakta stavljeno je 30 sjemenki salate. U kontrolnom tretmanu korištena je destilirana voda. Sjeme je naklijavano 7 dana na pri temperaturi od 22 ( $\pm$  2) °C.

Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata na kraju pokusa procijenjen je mjerenjem ukupne klijavosti (%), duljine korijena i izdanka klijanaca (cm), svježe mase klijanaca (mg), te indeksa vigora klijanaca (SVI = Seedling Vigor Indeks) (SVI = duljina klijanaca x klijavost sjemena, Abdul-Baki i Anderson, 1973.). Prikupljeni podatci analizirani su statističkim programom koristeći analizu varijance (ANOVA), a razlike između srednjih vrijednosti tretmana testirane su LSD testom na razini 0,05.

## Rezultati i rasprava

Vodeni ekstrakti od suhe mase običnog ladoleža i poljskog slaka statistički su značajno snizili klijavost sjemena salate u svim tretmanima, izuzev u tretmanu s vodenim ekstraktom lista običnog ladoleža (Grafikon 1). Najveće inhibitorno djelovanje zabilježeno je u tretmanu s listom poljskog slaka te je klijavost bila za 12% niža u odnosu na kontrolu.



Grafikon 1. Utjecaj vodenih ekstrakata biljnih vrsta iz porodice Convolvulaceae na klijavost (%) salate

Negativan utjecaj vodenih ekstrakata zabilježen je i na rast klijanaca salate (Tablica 1). Duljina korijena snižena je u svim tretmanima, a najviše u tretmanima sa stabljikom i listom poljskog slaka za 81,3% odnosno 77,8%. S druge strane, smanjenje duljine izdanka klijanaca utvrđeno je samo u tretmanu s vodenim ekstraktom lista poljskog slaka za 53%. Svježa masa klijanaca snižena je od oko 30% u tretmanima s ekstraktima stabljike do oko 60% s ekstraktima lista. Isto tako, indeks vigora klijanaca snižen je u svim tretmanima.

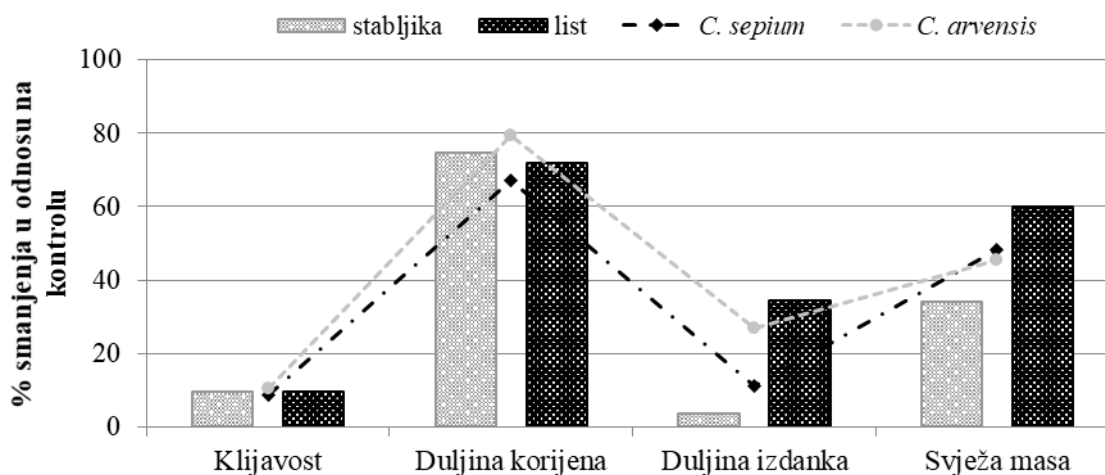
Tablica 1. Utjecaj vodenih ekstrakata biljnih vrsta iz porodice Convolvulaceae na rast klijanaca salate

tretman	duljina korijena (cm)	duljina izdanka (cm)	svježa masa (mg)	SVI
kontrola	1,76 a	2,30 a	15,90 a	364 a
<i>C. sepium</i> stabljika	0,56 b	2,15 a	9,91 b	219 b
<i>C. sepium</i> list	0,60 b	1,94 a	6,50 c	212 b
<i>C. arvensis</i> stabljika	0,33 c	2,28 a	11,12 b	214 b
<i>C. arvensis</i> list	0,39 c	1,08 b	6,18 c	116 c

abc - razlike između vrijednosti s istim slovom za svaki mjereni parametar nisu statistički značajne ( $P < 0,05$ )

Negativno djelovanje vodenih ekstrakata poljskog slaka utvrđeno je i na drugim kulturama. Baličević i sur. (2014.) u pokusu su zabilježili smanjenje klijavosti sjemena kukuruza do 65%, a duljine korijena i izdanka klijanaca do 92% odnosno 50% u tretmanima s vodenim ekstraktima poljskog slaka. Slično, Fateh i sur. (2012.) navode smanjenje klijavosti sjemena bosiljka i prosa i do 100%, a Golubinova i Ilieva (2014.) negativan utjecaj na klijavost i rast klijanaca graška, grahorice i lucerne. Osim vodenih ekstrakata, utvrđeno je i inhibitorno djelovanje korijenovih eksudata poljskog slaka na salatu (Balah, 2015.) te biljnih ostataka korijena, stabljike, lista i cijele biljke na pšenicu (Yarnia, 2010.).

U prosjeku je zabilježen najveći negativni utjecaj na duljinu korijena i svježu masu klijanaca koji su bili sniženi za 73,3% odnosno 47%, dok su klijavost sjemena i duljina izdanka bili pod manjim utjecajem. Rezultati su u skladu s rezultatima Baličević i sur. (2014.) prema kojima vodeni ekstrakti poljskog slaka imaju najveći negativni utjecaj na duljinu korijena i svježu masu klijanaca kukuruza, što je posljedica izravnog doticaja korijena test vrste s alelokemikalijama u odnosu na izdanak (Esmaeili i sur., 2012., Fateh i sur., 2012.). Osim na rast i razvoj klijanaca vodeni ekstrakti poljskog slaka mogu djelovati na druge parametre kao što su aktivnost antioksidativnih enzima, količina klorofila i karotenoida, sadržaj fenolnih komponenti (Hegab i Ghareib, 2010.), fitohormona, mitotička aktivnost te pojava kromosomskih aberacija (Sunar i Agar, 2017.).



Grafikon 2. Razlike u djelovanju biljnih dijelova i vrsta iz porodice Convolvulaceae na klijavost i rast klijanaca salate

Vodeni ekstrakti poljskog slaka u prosjeku su imali jače inhibitorno djelovanje na duljinu korijena i izdanka salate u odnosu na ekstrakte običnog ladoleža (Grafikon 2). Razlike u djelovanju više donor vrsta na istu test vrstu bilježe i drugi autori. Vodeni ekstrakti poljskog slaka, divljeg sirka (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) i poljskog osjaka (*Cirsium arvense* (L.)

ne pokazuju jednak alelopatski potencijal na istu test vrstu navode Golubinova i Ilieva (2014.), a zabilježene razlike pripisuju pH vrijednosti te različitom sadržaju ukupnih fenola, tanina i cijanogenih glikozida koji su utvrđeni u pojedinom vodenom ekstraktu. Slično, prema Rahimzadeh i sur. (2012) vodeni ekstrakti od sjemena poljskog slaka i oštrodlakavog šćira (*Amaranthus retroflexus* L.) imaju manji negativni utjecaj na klijavost leće u odnosu na ekstrakte od sjemena lobode (*Chenopodium album* L.).

Ekstrakti lista u prosjeku su u većoj mjeri inhibirali duljinu izdanka i svježiu masu salate i to za 34,3% i 60,1% u odnosu na ekstrakte stabljike gdje je smanjenje iznosilo za 3,7% i 33,9% (Grafikon 2). Biljni dijelovi razlikuju se prema prisutnosti i količini alelokemikalija (Fawzy i sur., 2013., Ameer i Al-Rekaby, 2017.). Fateh i sur. (2012.) također su zabilježili jače inhibitorno djelovanje vodenih ekstrakata od lista i cijele biljke poljskog slaka u odnosu na ekstrakte stabljike. Ekstrakti od nadzemne mase poljskog slaka sadrže visoku količinu ukupnih fenola, i to najviše p-kumarinske i p-hidroksibenzojeve kiseline (Hegab i Ghareib, 2010., Ameer i Al-Rekaby, 2017.), te cijanogene glikozide (Ilieva i Golubinova, 2014.), dok su u korijenovim eksudatima zabilježeni različiti spojevi kao što su umbeliferon, kvercetin i glikozid kumarinske kiseline (Balah i sur., 2015.).

### Zaključak

Vodeni ekstrakti obje istraživane vrste pokazali su značajan negativan utjecaj na klijavost i rast sjemena salate. Utvrđene su razlike u alelopatskom potencijalu među vrstama te među biljnim dijelovima.

### Literatura

- Abdul-Baki A.A., and Anderson J.D. (1973). Vigour determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Science* 13: 630–633.
- Ameer M.A.A., and Al-Rekaby L.S. (2017). Allelopathic effects of aqueous leaf leachates and root exudates of *Conocarpus erectus* L. trees against the germination and growth of some ornamental plants. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* 8(4): 741-749.
- Balah M.A. (2015). Allelopathic effects of bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) root exudates on plants and soil microflora. *Egyptian Journal of Desert Research* 65: 35-53.
- Baličević R., Ravlić M., Knežević M., and Serezlija I. (2014). Allelopathic effect of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) water extracts on germination and initial growth of maize. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 24(6): 1844-1848.
- Esmaili M., Heidarzade A., Pirdashti H., and Esmaili F. (2012). Inhibitory activity of pure allelochemicals on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) seed and seedling parameters. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 4(6): 274-279.
- Fateh E., Sohrabi S., and Gerami F. (2012). Evaluation the allelopathic effect of bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) on germination and seedling growth of millet and basil. *Advances in Environmental Biology* 6(3): 940-950.
- Fawzy M.A., Hifney A.F., Issa A.A.-S., and Gareib G. (2013). Phytochemical constituents and allelopathic effect of some medicinal plants extracts on the soil algal diversity. *Journal of Agricultural Science and Technology A* 3(12): 1000-1009.
- Hegab M.M., and Ghareib H.R. (2010.). Methanol extract potential of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) for wheat growth enhancement. *International Journal of Botany* 6(3): 334-342.
- Hess M., Barralis G., Bleiholder H., Buhr H., Eggers T., Hack H., and Stauss R. (1997). Use of the extended BBCH scale – general for the description of the growth stages of mono- and dicotykedonous species. *Weed Research* 37: 433-441.
- Golubinova I., and Ilieva A. (2014). Allelopathic effect of water extracts of *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Convolvulus arvensis* L. and *Cirsium arvense* Scop. on early seedling growth of some leguminous crops. *Pesticides and Phytomedicine* 29(1): 35-43.
- Knežević M. (2006). Atlas korovne, ruderalne i travnjačke flore. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek. p. 402.

- Narwal S.S., Palaniraj R., and Sati S.C. (2005). Role of allelopathy in crop production. *Herbologia* 6(2): 1-69.
- Norsworthy J.K. (2003). Allelopathic potential of wild radish (*Raphanus raphanistrum*). *Weed Technology* 17: 307-313.
- Pfirtner H.A., Ammon H.U., Guntli D., Greaves M.P., and Defago G. (1997). Towards the management of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) and hedge bindweed (*Calystegia sepium*) with fungal pathogens and cover crops. *Integrated Pest Management Reviews* 2(2): 61-69.
- Rahimzadeh F., Tobeh A., and Jamaati-e-Somarin S. (2012). Study of allelopathic effects of aqueous extracts of roots and seeds of goosefoot, red-root amaranth and field bindweed on germination and growth of lentil seedlings. *International Journal of Agronomy and Plant Production* 3(9): 318-326.
- Ravlić M. (2015). Alelopatsko djelovanje nekih biljnih vrsta na rast i razvoj usjeva i korova. Doktorski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek. p. 147.
- Rice E.L. (1984). *Allelopathy*. 2nd edition. Academic Press, Orlando, Florida.
- Siddiqui S., Bhardwaj S., Khan S.S., and Meghvanshi M.K. (2009). Allelopathic effect of different concentration of water extract of *Prosopis juliflora* leaf on seed germination and radicle length of wheat (*Triticum aestivum* Var-Lok-1). *American-Eurasian Journal of Scientific Research* 4(2): 81-84.
- Skinner K., Smith L., Rice P. (2000). Using noxious weed lists to prioritize targets for developing weed management strategies. *Weed Science* 48(5): 640-644.
- Sunar S., and Agar G. (2017). Effect of *Convolvulus arvensis* L. extracts on the phytohormones and cytological processes of *Zea mays* L. seeds. *European Journal of Experimental Biology* 7(3):15.
- Yarnia M. (2010). Comparison of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) and Bermuda grass (*Cynodon dactylon* L.) organs residues on yield and yield components of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Advances in Environmental Biology* 4(3): 414-421.

## Allelopathic potential of Convolvulaceae plant species on lettuce

### Abstract

Allelopathic effect of water extracts from plant biomass of weed species hedge bindweed (*Calystegia sepium* (L.) R.Br.) and field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) on seed germination and growth of lettuce was investigated. The experiment was carried out in Petri dishes with water extracts from dry stem and leaf of the abovementioned species in 5% concentration. Germination of lettuce seeds was decreased significantly in all treatments up to 12%. Water extracts also reduced root length and fresh weight of seedlings. Significant reduction in shoot length of seedlings was recorded only in the treatment with field bindweed leaf extract. Weed species as well as plant parts differed in their allelopathic potential.

**Key words:** allelopathy, water extracts, *Calystegia sepium*, *Convolvulus arvensis*, lettuce

## Utjecaj supstrata na rast i razvoj bosiljka (*Ocimum basilicum* L.)

Renata Erhatic, Kristina Benčak

Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, Križevci, Hrvatska  
(rerhatic@vguk.hr)

### Sažetak

Bosiljak (*Ocimum basilicum* L.) je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice *Lamiaceae*. Veliku važnost u proizvodnji kvalitetnih presadnica ima odabir kvalitetnog supstrata. Cilj ovog istraživanja je ispitati utjecaj različitih supstrata na rast i razvoj bosiljka. Za sjetvu je korišteno sjeme bosiljka Bazilika. Sjetva je obavljena u polistirenski kontejner od 60 sjetvenih mjesta dimenzija 532 x 323 x 60 mm u supstrat Klasmann. Biljke su presađene u lonce promjera 10 cm u pet različitih supstrata: Klasmann TS 1, Klasmann TS 2, Klasmann TS 3, Potgrond P i Potgrond H. Tijekom istraživanja provedena su mjerenja visine biljaka, promjera biljaka i broja listova u pet termina. Istraživanjem je utvrđeno da su najbolji rezultati ostvareni kod biljaka uzgojenih u supstratu TS 2.

**Ključne riječi:** bosiljak, supstrati, uzgoj, rast i razvoj

### Uvod

Bosiljak (*Ocimum basilicum* L.) je grmolika, jednogodišnja aromatična biljka (Grdinić i Kremer, 2009.). Ljekovitost bosiljka odavno je poznata u pučkoj medicini za liječenje različitih bolesti želuca, crijeva, crijevnih parazita, bolesti živaca, depresije, neuroze, bolesti bubrega i mjehura, kataru bronhija, jakih glavobolja, protiv mučnina i za pojačano znojenje (Lesinger, 2006.). Bosiljak se u našim krajevima uzgaja kao kultivirana vrsta na lakšim plodnim tlima uz obilno zalijevanje (Grdinić i Kremer, 2009.). Preferira humusna i dosta gnojena tla na sunčanim i od vjetra zaštićenim položajima (Willfort, 2002.). Bosiljak može narasti do 60 cm, listovi su ovalni, sjajni, tamnozeleni ili crvenkasti (Clevely i Richmond, 2002.). Na vrhu stabljike stvara se izduženi cvat sastavljen od sitnih cvjetova bijele do svijetloružičaste boje (Šiješ, 1992.). Listovi imaju aromatično slatkasti miris te su oštrog i ugodnog okusa. Nadzemni dio biljke (*Basilici herba*) sadrži 0,3-0,6 % eteričnog ulja čije su glavne komponente linalol, metil kavikol, eugenol, limonen i ocimen (Kremer, 2007., Stepanović i sur., 2009., Wildwood, 2002.). Snažan miris metil kavikola čini ulje korisnim u poticanju dobrog raspoloženja (Bowlws, 2012.). Na sadržaj eteričnog ulja osim lokacije (Chang i sur., 2008.) i tehnologije utječe i prerada (Antonelli i sur., 1998.). Posebnu brigu treba voditi o izboru sorte (Phippen i sur., 2000.) i terminu sjetve, koje treba prilagoditi cilju uzgoja. U uzgoju je bosiljak zahtjevniji jer je termofilna i fotofilna biljka vrlo osjetljiva na nedostatak i suvišak vlage pa stoga treba voditi računa pri izboru lokacije i preporučuje se primjena malč folije (Dudaš i Jurica, 2009.). Osim začina u kulinarstvu, primjenjuje se i u farmaciji, proizvodnji parfema, prehrambenoj industriji te narodnoj medicini. Dostupni su razni varijeteti različitih aroma i boje zbog čega se bosiljak počinje sve više uzgajati.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno u plastenicima Poljoprivredne proizvodnje Gorjanac Tomislav u Svetom Petru Orehovcu, nedaleko Križevaca. U istraživanju je korišteno sjeme bosiljka Bazilika, sjemenske kuće Semenarna Ljubljana. Korišteni su supstrati: Klasmann TS 1, Klasmann TS 2, Klasmann TS 3, Potgrond P i Potgrond H, proizvođača Klasmann-Deilmann GmbH Njemačka (Tablica 1).

Tablica 1. Sadržaj hranjiva i pH vrijednost (H<sub>2</sub>O) supstrata

Vrsta supstrata	pH vrijednost (H <sub>2</sub> O)	N mg/l	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/l	K <sub>2</sub> O mg/l	Mg mg/l	S mg/l
KLASMANN TS 1	5,5-6,5	140	160	180	100	120
KLASMANN TS 2	5,5-6,5	280	200	360	100	180
KLASMANN TS 3	5,5-6,5	140	100	180	100	150
POTGROND P	5,5-6,5	210	150	270	100	150
POTGROND H	5,5-6,5	210	150	270	100	150

Sjetva bosiljka obavljena je ručno 11. travnja 2016. u polistirenske kontejnere sa 60 sjetvenih mjesta. Za sjetvu je korišten supstrat Klasmann TS 1. Uz povoljne uvijete i zalijevanje, bosiljak je počeo nicati za šest dana (17. travnja 2016.). Presađivanje bosiljka provedeno je 16. svibnja 2016. u lonce promjera 10 cm, u pet različitih supstrata: Klasmann TS 1, Klasmann TS 2, Klasmann TS 3, Potgrond P i Potgrond H. Pokus je postavljen po principu slučajnog rasporeda. U svaki od istraživanih supstrata presađeno je po 10 presadnica odnosno 50 presadnica sveukupno. Biljke su u fazi presađivanja bile visine 7 cm, promjera 3 cm sa 8 listova po biljci.

Tijekom uzgoja obavljena su mjerenja: visina biljaka, promjer biljaka, broj listova po biljci te nadzemna masa biljke.

Mjerenja su obavljena pet puta:

- 16. svibanj 2016. kod presađivanja
- 23. svibanj 2016., 7 dana nakon presađivanja
- 30. svibanj 2016., 14 dana nakon presađivanja
- 06. lipanj 2016., 21 dan nakon presađivanja
- 13. lipanj 2016., 28 dana nakon presađivanja

Tablica 2. Temperature u zaštićenom prostoru u razdoblju 16. svibnja 2016. do 13. lipnja 2016.

Mjerenja	16.V.-23.V.	23.V.-30.V.	30.V.-06.VI.	06.VI.-13.VI.
Srednja dnevna temperatura zraka (°C)	22	24	28	30
Apsolutna maksimalna temperatura zraka (°C)	30	32	34	36
Apsolutna minimalna temperatura zraka (°C)	15	18	18	20

## Rezultati i rasprava

Između pet istraživanih varijanti uzgoja bosiljka utvrđene su razlike u visini biljaka (Tablica 3.). Prosječno najveće vrijednosti visine biljaka tijekom cijelog perioda istraživanja utvrđene su na biljkama bosiljka uzgajanim u supstratu TS 1 (16,8 cm), dok su prosječno najniže vrijednosti zabilježene kod biljaka bosiljka uzgajanih u supstratu Potgrond P (13,6 cm). Po završetku istraživanja prosječno najveće vrijednosti visine biljaka utvrđene su na biljkama bosiljka uzgojenih u supstratu Klasmann TS 3 (30 cm), dok su prosječno najniže vrijednosti zabilježene kod uzgojenih u supstratu Potgrond P (22 cm).

Tablica 3. Utjecaj primijenjenih supstrata na visinu bosiljka (*Ocimum basilicum* L.)

Supstrati	Visina biljaka (cm)					
	16.05.	23.05.	30.05.	06.06.	13.06.	Prosjek
Klasmann TS 1	7	11	17	20	29	16,8
Klasmann TS 2	7	8	14	26	28	16,6
Klasmann TS 3	7	8	15	23	30	16,6
Potgrond P	7	8	13	18	22	13,6
Potgrond H	7	8	13	18	23	13,8

Mjerenje promjera biljaka obavljeno je također u pet vremenskih perioda (Tablica 4.). Biljke prosječno najvećeg promjera tijekom cijelog promatranog razdoblja izmjerene su uzgojem u supstratu Potgrond P (12,0 cm), dok su biljke prosječno najmanjeg promjera zabilježene u supstratima Klasmann TS 3 i Potgrond H (11,4 cm). Po završetku istraživanja biljke prosječno najvećeg promjera utvrđene su uzgojem u supstratima Potgrond P i Potgrond H (17 cm), dok su biljke uzgajane u supstratu Klasmann TS 3 (15 cm) prosječno najmanjeg promjera.

Tablica 4. Utjecaj primijenjenih supstrata na promjer bosiljka (*Ocimum basilicum* L.)

Supstrati	Promjer biljaka (cm)					
	16.05.	23.05.	30.05.	06.06.	13.06.	Prosjek
Klasmann TS 1	3	11	14	15	16	11,8
Klasmann TS 2	3	10	14	15	16	11,6
Klasmann TS 3	3	11	14	14	15	11,4
Potgrond P	3	11	13	16	17	12,0
Potgrond H	3	9	13	15	17	11,4

Tablica 5. Utjecaj primijenjenih supstrata na broj listova bosiljka (*Ocimum basilicum* L.)

Supstrati	Broj listova (n)					
	16.05.	23.05.	30.05.	06.06.	13.06.	Prosjek
Klasmann TS 1	8	14	30	36	48	27,2
Klasmann TS 2	8	13	20	46	55	28,4
Klasmann TS 3	8	12	18	40	48	25,2
Potgrond P	8	12	18	34	50	26,4
Potgrond H	8	12	22	36	45	24,6

Biljke prosječno najvećeg broja listova tijekom cijelog promatranog razdoblja izmjerene su uzgojem u supstratu Klasmann TS 2 (28,4), dok su biljke prosječno najmanjeg broja listova zabilježene u supstratu Potgrond H (24,6). Po završetku istraživanja biljke prosječno najvećeg broja listova utvrđene su uzgojem u supstratu Klasmann TS-2 (55), dok su biljke prosječno najmanjeg broja listova zabilježene uzgojem u supstratu Potgrond H (45).

Tablica 6. Utjecaj primijenjenih supstrata na nadzemnu masu bosiljka (*Ocimum basilicum* L.)

Nadzemna masa (g)	
Supstrati	13.06
Klasmann TS 1	48
Klasmann TS 2	55
Klasmann TS 3	48
Potgrond P	50
Potgrond H	45

Nadzemna masa biljaka mjerena je na samom kraju istraživanja. Biljke prosječno najveće nadzemne mase uzgojene su u supstratu Klasmann TS 2 (55 g), dok su biljke prosječno najmanje mase izmjerene u supstratu Potgrond H (45 g).

### Zaključak

Temeljem prikazanih rezultata može se zaključiti da je najbolji tip supstrata za uzgoj bosiljka Klasmann TS 2 obzirom da je rezultirao biljkama bosiljka s prosječno najvećim brojem listova te najvećom nadzemnom masom. Najlošiji rezultati zabilježeni su na biljkama bosiljka uzgojenih u supstratu Potgrond P obzirom da je rezultirao prosječno najnižim biljkama i biljkama prosječno najmanje nadzemne mase.

### Literatura

- Antonelli A., Fabbri C., Boselli E. (1998). Modifications of dried basil (*Ocimum basilicum*) leaf oil by gamma and microwave irradiation. *Food Chemistry* 63: 485-489
- Bristow S. (2005). Ljekovito bilje. Roland Veble, Zagreb
- Bowles J. (2012). Eterična ulja. Veble commerce, Zagreb
- Chang X., Alderson P.G., Wright C.J. (2008). Solar irradiance level alters the growth of basil (*Ocimum basilicum* L.) and its content of volatile oils. *Environmental and Experimental. Botany* 63: 216-223
- Dudaš S., Jurica B. (2009). Primjena i utjecaj malča na prinos i kakvoću droge bosiljka *Ocimum basilicum* L. 2. Međunarodni znanstveno-stručni skup „Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša“ Vukovar Zbornik radova: 71-78
- Grdinić V., Kremer D. (2009). Ljekovito bilje i ljekovite droge: farmakoterapijski, botanički i farmaceutski podaci. Hrvatska ljekarnička komora, Zagreb
- Kremer B.P. (2007). Ljekovito bilje. Begen d.o.o., Zagreb
- Lesinger I. (2006.). Lječenje začinskim biljem, Adamić, Rijeka
- Phippen W.B., Simon J.E. (2000). Anthocyanin Inheritance and Instability in Purpel Basil (*Ocimum basilicum* L.). *The Journal of Heredity* 91 (4): 289-296
- Stepanović B., Radanović D., Turšić I., Nemčević N., Ivanec J. (2009). Uzgoj ljekovitog i aromatičnog bilja. Nacionalna i sveučilišna biblioteka, Zagreb
- Šiješ I., Grozdanić Đ., Grgesina I. (1992). Poznavanje, uzgoj i prerada ljekovitog bilja. Školska knjiga, Zagreb
- Toplak G.K. (2001). Hrvatsko ljekovito bilje. Mozaik knjiga, Zagreb
- Wildwood, C. (2002). Aromaterapija. Biovega d.o.o., Zagreb
- Willfort R. (1978). Ljekovito bilje i njegova upotreba. Mladost, Zagreb



## **Impact of substrate on growth and development of basil (*Ocimum basilicum* L.)**

### **Abstract**

Basil is an annual herbaceous plant from *Lamiaceae* family. Its height goes as high as 80 cm, it has a well developed root system, straight, vertical stem and flowers which may vary from white to light-pink colour. It is not highly resistant to low temperatures and it flowers from the beginning of June until the end of August. It needs a lot of moisture. A quality substrate should be moist enough and contain certain amount of suitable nutritious elements. In this research, influence of 5 different substrates on growth and development of basil was tested. „Basilica“ seeds were used for sowing, along with „Klasmann“ substrate. Basil seeds were sown into a polystyrene container with 60 sow-places of 532x323x60 mm dimensions. The plants were then transplanted into 10 cm diameter pots and 5 different substrates: Klasmann TS 1, Klasmann TS 2, Klasmann TS 3, Potgrond P and Potgrond H. During the research, the height of the plants, their diameter and number of leaves were measured in five consecutive measurements. The research determined that the best results were achieved by using the „TS 2“ substrate.

**Key words:** basil, substrates, cultivation, growth, development

## Smanjenje populacije *Bemisia tabaci* u uzgoju božićne zvijezde primjenom tehnike „trap cropping“

Marija Mandušić<sup>1</sup>, Katja Žanić<sup>1</sup>, Branimir Urlić<sup>1</sup>, Ana Matešković<sup>1</sup>, Jelena Šteković<sup>1</sup>, Gvozden Dumičić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Put Duilova 11, 21000 Split, Hrvatska, (e-mail: marija.mandusic@krs.hr)

### Sažetak

Cilj rada bio je utvrditi utjecaj gustoće lovnih biljaka (LB) patlidžana, na smanjenje brojnosti odraslih oblika *B. tabaci* u uzgoju božićne zvijezde (BZ). LB su raspoređene u četiri gustoće (0, 1, 2, i 4 LB) unutar 76 - 80 biljaka BZ. Razlike između tretmana utvrđene su od 24. do 34. dana od početka uzorkovanja. U usporedbi s kontrolom, na biljkama BZ (tretman s dvije LB) broj odraslih jedinki bio je manji za 41 - 146%, a na biljkama BZ (tretman s četiri LB) za 71 - 96%. Veća brojnost odraslih oblika *B. tabaci* zabilježena je na LB te biljkama BZ u neposrednoj blizini LB. Primjena patlidžana u nasadu božićne zvijezde (2,5 - 5% udjela LB) značajno smanjuje brojnost odraslih jedinki *B. tabaci*.

**Ključne riječi:** *Bemisia tabaci*, lovna biljka, patlidžan, božićna zvijezda, prostorna distribucija

### Uvod

Duhanov štitasti moljac *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) je polifagni štetnik koji napada preko 600 biljnih vrsta (Oliveira i sur. 2001.). Iako je polifagan, nisu mu sve biljke hraniteljice jednako atraktivne. Rasprostranjen je u više od 90 zemalja, na svim kontinentima, pretežno u tropskom i suptropskom, ali i u umjerenom području (Mound i Halsey 1978, Greathead 1986.). U Hrvatskoj je prvi put zabilježen 2000. godine (Žanić i sur., 2001.). U obalnom dijelu Hrvatske vrsta obitava na otvorenom i u zaštićenim prostorima, a u području kontinentalne Hrvatske štete pričinjava uglavnom u zaštićenim prostorima, na povrću i cvijeću. Osim izravnih šteta koje radi sisanjem biljnih sokova na biljkama domaćinima, *B. tabaci* je vektor biljnih virusa.

*B. tabaci* najčešće se suzbija primjenom insekticida, a njihova česta uporaba rezultirala je pojavom rezistentnosti ovog štetnika na insekticide iz različitih skupina (Roditakis i sur., 2005.; Horowitz i Ishaaya, 2014.; Wang i sur., 2017.; Longhurst i sur., 2013.). Stoga je primjena integriranih metoda zaštite jedini održivi način suzbijanja *B. tabaci*. Jedna od nekemijskih metoda zaštite je primjena lovnih biljaka („trap cropping“). Svrha korištenja lovnih biljaka, raspoređenih u glavnoj kulturi, jest privlačenje štetnika kako bi se smanjile štete na glavnoj kulturi te omogućilo lokalizirano suzbijanje štetnika. Različita su saznanja o učinkovitosti korištenja varijanti „trap cropping“ metode u suzbijanju duhanovog štitastog moljca. Tako Schuster (2004.) i Castle (2006.) ističu da je „trap cropping“ metoda dijelotvorna u suzbijanju duhanovog štitastog moljca dok su McAuslane i sur. (1995.), Smith i McSorley (2000.), Smith i sur. (2000.) zaključili da ista nije pozitivno djelovala na smanjenje populacije štetnika.

Temeljem vlastitih prethodnih opažanja, cilj rada je bio testirati utjecaj patlidžana (*Solanum melongena*) na gustoću populacije *B. tabaci* u uzgoju božićne zvijezde (*Euphorbia pulcherrima*).

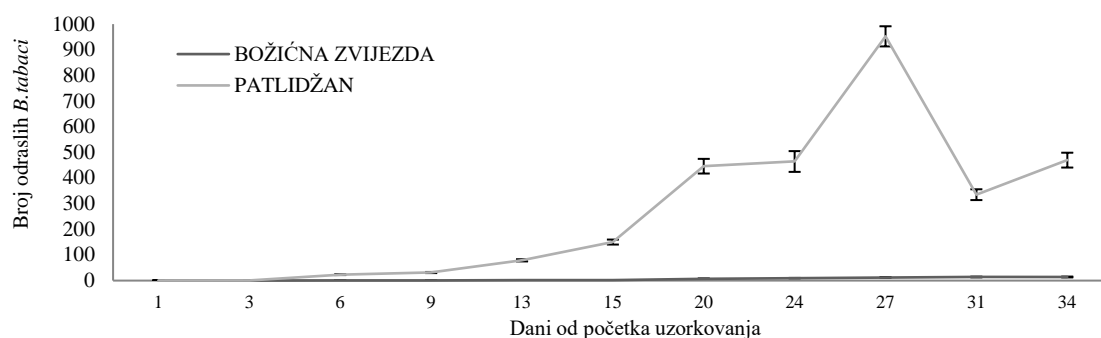


pločom utječe na smanjenje brojnosti srodnog štitastog moljca *Trialeurodes vaporariorum*, na paprici. Prema Lee i sur. (2010.), patlidžan je dokazano korisna lovna biljka i u nasadu božićne zvijezde infestirane s *T. vaporariorum*.

Tablica 1. Utjecaj gustoće lovne biljke na brojnost odraslih jedinki 24., 27., 31. i 34. dana od početka uzorkovanja (DPU) te nimfi *Bemisia tabaci* 40. DPU na božićnoj zvijezdi

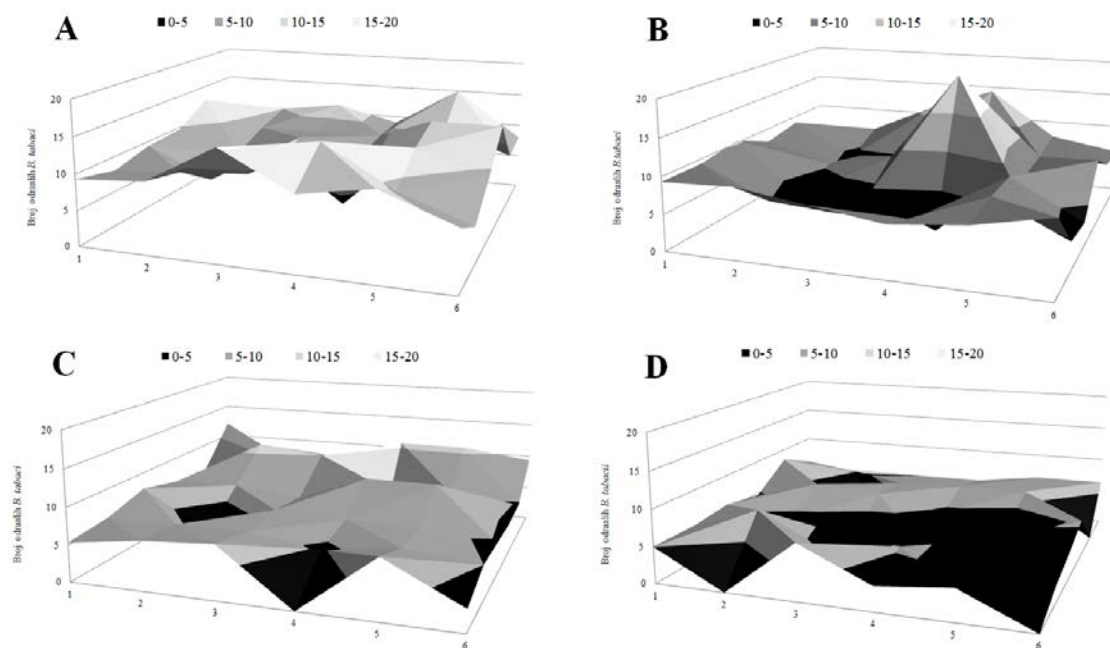
Tretman	Broj odraslih jedinki/biljci				Broj nimfi/100 cm <sup>2</sup>
	24. DPU <sup>1</sup>	27. DPU	31. DPU	34. DPU	40. DPU
0 LB <sup>2</sup>	13,33 a <sup>3</sup>	17,33 a	19,75 a	21,33 a	444,55
1 LB	8,83 b	12,08 b	14,66 ab	15,16 ab	571,71
2 LB	9,42 ab	10,91 b	10,08 b	8,66 b	455,58
4 LB	7,08 b	8,83 b	11,58 b	11,00 b	357,35
<i>P</i>	0,0286	0,0102	0,0832	0,0369	0,6643

<sup>1</sup> Dani od početka uzorkovanja, <sup>2</sup> LB - Lovna biljka, <sup>3</sup> Srednje vrijednosti unutar stupaca označene različitim slovima razlikuju se temeljem LSD testa na razini signifikantnosti  $P \leq 0,05$



Grafikon 1. Atraktivnost patlidžana i božićne zvijezde za *B. tabaci*. Okomiti intervali pouzdanosti označavaju srednju  $\pm S_D$ .

Lovna biljka patlidžana utjecala je na prostornu distribuciju odraslih oblika i rezultirala akumulacijom *B. tabaci* na lovnoj biljci i u uskom području oko iste (Grafikon 2.). Slično iznesenom Lee i sur. (2008.) navode, kako je prisutnost lovne biljke patlidžana u uzgoju božićne zvijezde promijenila prostornu distribuciju *T. vaporariorum* i rezultirala akumulacijom štetnika na lovnim biljkama. Za pretpostaviti je razlog naseljavanja samo lovnih biljaka kod Lee i sur. (2008.) taj što su infestirali točno određenim brojem jedinki *T. vaporariorum*, dok je u našem slučaju bio puno veći i dugotrajniji izvor zaraze. Ovo upućuje na zaključak kako lovna biljka ima određeni kapacitet za prijem štetnika jer nismo našli razliku u brojnosti bez obzira o kojem broju lovnih biljaka se radilo (podatci nisu prikazani).



Grafikon 2. Prostorna distribucija *Bemisia tabaci* na glavnoj kulturi (A - kontrola, B - jedna lovna biljka, C - dvije lovne biljke, D - četiri lovne biljke)

## Zaključak

Prikazani rezultati ukazuju na mogućnost primjene patlidžana kao lovne biljke (gustoća od 2 i 4 biljke unutar 80 biljaka glavne kulture) u uzgoju božićne zvijezde s ciljem privlačenja i akumulacije *B. tabaci* kako bi se smanjile štete na glavnoj kulturi te omogućilo lokalizirano suzbijanje štetnika.

## Napomena

Ovo istraživanje dio je projekta „Primjena tehnike „trap cropping“ u zaštiti plodovitog povrća od stakleničkog štitastog moljca“ (br. 2016-14-41) financiranog od Ministarstva poljoprivrede - Vijeće za istraživanja u poljoprivredi.

## Literatura

- Castle S. J. (2006). Concentration and management of *Bemisia tabaci* in cantaloupe as a trap crop for cotton. *Crop Protection*. 25:574–584.
- Greathead A. H. (1986). *Bemisia tabaci* – A literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. FAO/International Institute of Biological Control (IIBC) of CAB International. 121: 17-25.
- Horowitz A. R. i Ishaaya I. (2014). Dynamics of biotypes B and Q of the whitefly *Bemisia tabaci* and its impact on insecticide resistance. *Pest Management Science*. 70:1568-1572.
- Lee D. H., Nyrop J., Sanderson J. (2008). The potential of eggplant as a trap crop for the management of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) on poinsettia. *Integrated control in Protected Crops, Temperature Climate, IOBC/wprs Bulletin*. 32:83-86.
- Lee D.H., Nyrop J.P., Sanderson J.P. (2010). Effect of host experience of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, on trap cropping effectiveness. *Entomologia experimentalis et applicata*. 137:193-203.
- Longhurst C., Babcock J.M., Denholm I., Gorman K., Thomas J.D., Sparks T.C. (2013). Cross-resistance relationships of the sulfoximine insecticide sulfoxaflor with neonicotinoids and other insecticides in the whiteflies *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum*. *Pest Manag Sci* 69:809-813.

- McAuslane H.J., Johnson F.A., Colvin D.L. i Sojack B. (1995). Influence of foliar pubescence on abundance and parasitism of *Bemisia argentifolii* on soybean and peanut. *Environmental Entomology*. 24:1135–1143.
- Moreau T.L., Isman B.I. (2012). Combining reduced – risk products, trap crops and yellow sticky traps for greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) management on sweet peppers (*Capsicum annuum*). *Crop Protection*. 34:42-46.
- Mound L.A., Halsey S.H. (1978). *Whiteflies of the World, a systematic catalogue of Aleyrodidae (Homoptera) whit host plant and natural enemy sata*. British Museum (Natural History). 340 pp.
- Oliveira M.R.V., Henneberry T.J., Anderson P. (2001). History, current status and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop protection*. 20:709-723.
- Roditakis E., Roditakis N.E., Tsagkarakou A. (2005). Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Crete. *Pest Manag Sci* 61:577-582.
- SAS Institute Inc. (1999). *SAS/STAT User's Guide, Version 7-1*, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Schuster D.J. (2004). Squash as a trap crop to protect tomato from whitefly-vectored tomato yellow leaf curl. *International Journal of Pest Management* 50:281–284.
- Smith H. A. i McSorley R. (2000). Potential of field corn as a barrier crop and eggplant as a trap crop for management of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on common bean in north Florida. *Florida Entomologist*. 83:145–158.
- Smith H. A., Koenig R. L., McAuslane H. J. & McSorley R. (2000). Effect of silver reflective mulch and a summer squash trap crop on densities of immature *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on organic bean. *Journal of Economic Entomology*. 93:726–731.
- Wang R., Zhang W., Che W. N., Qu C., Li F. Q., Desneux N. (2017). Lethal and sublethal effects of cyantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide, on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) MED. *Crop Protection*. 91:108-113.
- Žanić K., Kačić S., Katalinić M. (2001). Duhanov štitači moljac *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889), (Homoptera: Aleyrodidae) u Hrvatskoj. *Entomologia Croatica*. 5:51-63.

## Management of *Bemisia tabaci* in poinsettia cultivation by "trap cropping" technique application

### Abstract

The aim of the study was to test the effects of eggplant as a trap crop of *B. tabaci* in the poinsettia cultivation. Trap crop plants were arranged in four densities (0, 1, 2 and 4) within 76 to 80 plants of poinsettia. Differences between the treatments were recorded from 24<sup>th</sup> to 34<sup>th</sup> day since the beginning of the sampling. Compared with control, adult density was 41-146% lower on poinsettias treated with two eggplants and 71-96% lower on poinsettias treated with four eggplants. A large number of *B. tabaci* was recorded at eggplant and poinsettia plants near eggplant. The use of eggplant (ratio of 2.5 - 5%) in poinsettia cultivation significantly reduces the number of *B. tabaci*.

**Key words:** *Bemisia tabaci*, trap crop, eggplant, poinsettia, spatial distribution

## Količina makroelemenata muškatne tikve uz primjenu biostimulatora

Nevena Opačić<sup>1</sup>, Sanja Fabek Uher<sup>1</sup>, Ivanka Žutić<sup>1</sup>, Sanja Radman<sup>1</sup>, Nina Toth<sup>1</sup>,  
Božidar Benko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za povrćarstvo, Svetošimunska 25, Zagreb,  
Hrvatska (nopacic@agr.hr)

### Sažetak

Nutritivna vrijednost plodova muškatne tikve iz domaće proizvodnje nije dovoljno istražena. Iz tog razloga provedeno je istraživanje u 2015. godini s ciljem utvrđivanja učinka biostimulatora na količinu suhe tvari, sirovih proteina i makroelemenata u plodovima muškatne tikve. Primjena biostimulatora 'Actiwave' rezultirala je najvećom količinom fosfora, kalcija i sirovih proteina. Najveća količina suhe tvari utvrđena je kod sorte 'Argenta' tretirane biostimulatorom 'Bioplex' dok je najveća količina kalija ostvarena u plodovima sorte 'Futsu' bez primjene biostimulatora. Navedeno ukazuje da su testirani biostimulatori različito utjecali na promatrana svojstva.

**Ključne riječi:** *Cucurbita moschata*, svježa tvar, mezokarp, sirovi proteini, minerali

### Uvod

Tikve su popularno povrće diljem svijeta zahvaljujući plodovima koje karakterizira velika količina hranjivih tvari, fenola i prehrambenih vlakana, niska kalorijska vrijednost te mogućnost dugog skladištenja. Prema Mendelová i sur. (2017.) nutritivnoj vrijednosti muškatne tikve (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir) doprinosi visoki sadržaj ukupnih karotenoida, pektina, polisaharida, vitamina i minerala od kojih se izdvajaju fosfor, kalij i magnezij. Muškatna tikva zadnjih godina stječe popularnost kod potrošača na domaćem tržištu te se nameće potreba istraživanja utjecaja različitih čimbenika na njenu nutritivnu vrijednost. Na sadržaj minerala u biljci mogu utjecati genetski, abiotski i agronomski čimbenici (Deng i sur., 2013.) pa je analiza mineralnog sastava od velike važnosti kao pokazatelj nutritivne vrijednosti uzgajane kulture (Hussain i sur., 2011.). Prema du Jardin (2015.) biostimulatori predstavljaju jedan ili više kemijskih spojeva ili mikroorganizama apliciranih na biljku s ciljem poboljšanja usvajanja hraniva, povećanja tolerantnosti na stres uzrokovan abiotskim ili biotskim čimbenicima te nutritivne kvalitete uzgajane poljoprivredne kulture. Biostimulatori sadrže humusne spojeve, proteine, minerale, vitamine, aminokiseline, hitin, hitosan te oligo- i polisaharide (Bulgari i sur., 2017.). S obzirom da u Hrvatskoj nedostaju podaci o sadržaju minerala u plodovima muškatne tikve, provedeno je istraživanje s ciljem utvrđivanja količine makroelemenata mezokarpa muškatne tikve uz primjenu biostimulatora.

### Materijal i metode

Poljski pokus postavljen je 2015. godine na pokušalištu Agronomskog fakulteta u Zagrebu po metodi slučajnog blokno rasporeda u 3 ponavljanja. Pokus je uključivao 3 sorte muškatne tikve ('Argenta', 'Futsu' i 'Blueboy') i 3 biostimulatora ('Activawe', 'Bioplex' i 'Megafol') te kontrolnu varijantu bez njihove primjene. Muškatna tikva uzgajana je iz presadnica koje su posađene 19. lipnja na razmak 1,5 m × 0,5 m. Biljke su tretirane biostimulatorima u 2 navrata, 31. srpnja i 24. kolovoza. Biostimulatori 'Bioplex' i 'Megafol' aplicirani su folijarno u dozi 0,5 L ha<sup>-1</sup>, odnosno, 1,5 L ha<sup>-1</sup> dok je 'Actiwave' apliciran zalijevanjem u zoni korijena u dozi 10 L ha<sup>-1</sup>. Berba je provedena 23. rujna pri čemu su

pripremljeni reprezentativni uzorci za analizu mineralnog sastava u laboratoriju Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta. Uzorci su usitnjeni i osušeni pri temperaturi od 105 °C, a zatim samljeveni i homogenizirani te analizirani u triplikatu. Određivanje suhe tvari provedeno je gravimetrijskom metodom prema normi HRN ISO 11465:2004 (HZN, 2004.). Za utvrđivanje ukupnog dušika korištena je metoda po Kjeldahlu (AOAC, 1995.), dok su sirovi proteini preračunati prema formuli: % N×6,25 (Vajić, 1964.). Fosfor je određen spektrofotometrijski, kalij plamenfotometrijom, a kalcij i magnezij atomskom apsorpcijskom spektrofotometrijom, nakon digestije s koncentriranom HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub> (AOAC, 1995.). Statistička analiza rezultata provedena je analizom varijance i LSD testom.

## Rezultati i rasprava

Meteorološki uvjeti za mjernu postaju Maksimir tijekom vegetacije muškatne tikve prikazani su u tablici 1. Srednje dekadne temperature zraka tijekom vegetacije bile su u rasponu od 17,7 °C (1. dekada rujna) do 26,2 °C (2. dekada srpnja). Navedeno je sukladno rasponu od 18 °C do 30 °C koji navodi DAFF (2011.) kao optimalan za rast i razvoj biljaka iz roda Cucurbita. Dekadne vrijednosti maksimalne temperature zraka varirale su od 22,2 °C (3. dekada rujna) do 32,4 °C (2. dekada srpnja). Iacuzzo i Dalla Costa (2009.) navode da je nakon sadnje potrebno 107 do 145 dana za postizanje fiziološke zrelosti plodova muškatne tikve. Tijekom ovog istraživanja berba je provedena 95 dana nakon sadnje kada je zabilježena minimalna temperatura 6,6 °C (podaci nisu prikazani) kako ne bi došlo do oštećenja biljaka. Prema DAFF (2011.) rast biljaka prestaje ispod 10 °C, a smanjenjem temperature ispod 5 °C moguća su oštećenja biljaka i odgađanje zriobe. Zbog prijevremene berbe plodovi sorti 'Futsu' i 'Blueboy' nisu dosegli punu fiziološku zrelost. Tijekom vegetacijskog razdoblja ukupna količina oborina iznosila je 290,3 mm, no oborine su bile neravnomjerno raspoređene te je prema potrebi provedeno navodnjavanje kapanjem. Najveća količina oborina (96 mm) zabilježena je u 3. dekadi srpnja i bila je podjednaka ukupnoj količini oborina u kolovozu (95 mm).

Tablica 1. Prosječne dekadne vrijednosti temperatura i oborina tijekom vegetacije muškatne tikve, DHMZ postaja Zagreb-Maksimir, 2015.

Mjesec	Dekada	Količina oborina (mm)	Temperatura zraka (°C)		
			Minimalna	Srednja	Maksimalna
Lipanj	III	55,3	12,3	18,1	24,0
Srpanj	I	10,0	17,4	24,1	30,6
	II	2,0	19,6	26,2	32,4
	III	96,0	17,9	22,1	27,6
Kolovoz	I	1,9	18,4	25,1	31,0
	II	77,2	17,9	23,1	29,1
	III	15,9	15,6	20,9	27,5
Rujan	I	27,9	12,6	17,7	23,1
	II	4,1	14,4	20,3	26,6
	III	0,0	8,9	15,7	22,2

U tablici 2 prikazani su podaci za količinu suhe tvari i sirovih proteina te fosfora, kalija, kalcija i magnezija u plodovima muškatne tikve. Utvrđen je statistički opravdan utjecaj interakcije sorte i biostimulatora na sva navedena svojstva. Količina suhe tvari u plodovima varirala je od 3,8% ST ('Futsu' × 'Megafol') do 10,4% ST ('Argenta' × 'Bioplex') što je u



skladu s rezultatima Hussain i sur. (2010.) koji kao prosječnu količinu suhe tvari navode 6,3% ST. No, Fedha i sur. (2010.) navode veću količinu suhe tvari (10,5% ST) plodova muškatne tikve. Plodovi sorte 'Argenta' izdvajali su se većom količinom suhe tvari (8,1% ST; podaci nisu prikazani) od ostalih sorti. Manja količina suhe tvari u plodovima sorti 'Futsu' i 'Blueboy' (5,7 i 5,9% ST) može biti rezultat nedovoljne zrelosti jer prema Cantwell i Suslow (2014.) fiziološki nezreli plodovi muškatne tikve sadrže manje ugljikohidrata. Primjena biostimulatora kod sorti 'Blueboy' i 'Futsu' pozitivno je utjecala na količinu sirovih proteina s obzirom da su ostvarene veće vrijednosti u odnosu na kontrolne parcele. Navedeno može biti posljedica sastava testiranih biostimulatora koji sadrže dušik, aminokiseline, betain, algininsku kiselinu, polisaharide, minerale i vitamine. Prema Yakhin i sur. (2017.) biostimulatori pozitivno utječu na usvajanje dušika i količinu sirovih proteina. Najvećom količinom sirovih proteina (38,0% SP ST<sup>-1</sup>) izdvajala se kombinacija 'Argenta' × 'Actiwave'. Najmanja količina sirovih proteina (10,3% SP ST<sup>-1</sup>) ostvarena je u plodovima sorte 'Blueboy' koji nisu tretirani biostimulatorima i bila je statistički jednaka količini utvrđenoj pri kombinaciji 'Argenta' × 'Bioplex'. Izostanak pozitivnog učinka biostimulatora na kemijski sastav muškatne tikve može biti posljedica njihove primjene u optimalnim uvjetima za rast biljaka na što ukazuju i Jakše i sur. (2012.). Ostvarena količina sirovih proteina je u skladu s navodima Hussain i sur. (2010.) dok Fedha i sur. (2010.) navode značajno manje vrijednosti.

Tablica 2. Količina suhe tvari, sirovih proteina i makroelemenata u muškatnoj tikvi

Sorta	Biostimulator	Suha	Sirovi	P	K	Ca	Mg
		tvar	proteini				
		% suhe tvari		mg 100 g <sup>-1</sup> svježe tvari			
'Argenta'	'Actiwave'	6,0 <sup>DE</sup>	38,0 <sup>A</sup>	73,0 <sup>A</sup>	251,8 <sup>F</sup>	3,6 <sup>G</sup>	11,3 <sup>DE</sup>
	'Bioplex'	10,4 <sup>A</sup>	10,4 <sup>G</sup>	63,6 <sup>CD</sup>	286,8 <sup>D</sup>	8,3 <sup>E</sup>	11,5 <sup>DE</sup>
	'Megafol'	8,1 <sup>C</sup>	14,5 <sup>F</sup>	58,2 <sup>CD</sup>	318,1 <sup>B</sup>	5,7 <sup>F</sup>	10,6 <sup>DE</sup>
	Kontrola	8,2 <sup>C</sup>	21,0 <sup>D</sup>	69,5 <sup>BC</sup>	296,6 <sup>C</sup>	5,7 <sup>F</sup>	11,7 <sup>CD</sup>
'Futsu'	'Actiwave'	5,7 <sup>E</sup>	26,8 <sup>C</sup>	70,0 <sup>AB</sup>	264,3 <sup>E</sup>	10,7 <sup>D</sup>	13,6 <sup>AB</sup>
	'Bioplex'	4,4 <sup>FG</sup>	34,9 <sup>B</sup>	66,9 <sup>BC</sup>	206,5 <sup>G</sup>	8,3 <sup>E</sup>	13,1 <sup>BC</sup>
	'Megafol'	3,8 <sup>G</sup>	27,5 <sup>C</sup>	54,7 <sup>D</sup>	192,3 <sup>H</sup>	10,9 <sup>D</sup>	12,0 <sup>CD</sup>
	Kontrola	8,9 <sup>B</sup>	17,7 <sup>E</sup>	63,8 <sup>CD</sup>	367,6 <sup>A</sup>	8,0 <sup>E</sup>	8,9 <sup>FG</sup>
'Blueboy'	'Actiwave'	4,5 <sup>F</sup>	20,8 <sup>D</sup>	41,2 <sup>E</sup>	131,1 <sup>I</sup>	23,2 <sup>A</sup>	10,0 <sup>EF</sup>
	'Bioplex'	6,3 <sup>DE</sup>	20,3 <sup>DE</sup>	59,1 <sup>CD</sup>	254,6 <sup>F</sup>	12,5 <sup>C</sup>	15,0 <sup>A</sup>
	'Megafol'	6,4 <sup>D</sup>	18,2 <sup>DE</sup>	13,3 <sup>F</sup>	187,6 <sup>H</sup>	12,1 <sup>CD</sup>	8,3 <sup>G</sup>
	Kontrola	6,3 <sup>D</sup>	10,3 <sup>G</sup>	20,0 <sup>F</sup>	189,7 <sup>H</sup>	21,4 <sup>B</sup>	6,9 <sup>H</sup>
Prosjek		6,6	21,7	54,4	245,6	10,9	11,1
Statistička opravdanost		**	**	**	**	**	**

\*\*Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema LSD testu,  $p \leq 0,01$

Iako su rezultati analize količine makroelemenata u plodovima muškatne tikve izraženi u suhoj tvari, vrijednosti su preračunate u mg 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari (tablica 2) zbog usporedbe s literaturnim navodima i preporučenim dnevnim unosom kalija, fosfora, kalcija i magnezija koji za odrasle osobe iznosi 2000 mg K, 700 mg P, 800 mg Ca i 375 mg Mg (EU, 2011.). Plodovi sorte 'Argenta' izdvajali su se većom količinom fosfora, kalija i magnezija, dok je u plodovima sorte 'Blueboy' utvrđena veća količina kalcija pri čemu je statistički najveća količina utvrđena kod biljaka tretiranih biostimulatorom 'Actiwave' (23,2 mg Ca 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari). Primjena istog biostimulatora rezultirala je količinom fosfora većom od 70 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari u plodovima sorte 'Argenta' i 'Futsu' te su navedene kombinacije

pripadale rangu statistički najvećih vrijednosti. Leterme i sur. (2006.) navode 51 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari kao prosječnu količinu fosfora u plodovima bundeve što je sukladno rezultatima ovog istraživanja. Visoke vrijednosti fosfora muškatne tikve mogu biti rezultat dobre opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim fosforom. Ostvarene prosječne vrijednosti fosfora, kalija i kalcija u plodovima muškatne tikve veće su od količine navedenih makroelemenata u soku narančasto obojene mrkve prema Domagała-Świątkiewicz i Gąstoł (2012.). Prema USDA (2017. a, b, c) prosječne vrijednosti kalija u muškatoj tikvi te narančasto obojenom korijenu mrkve i batata iznose 352, 320 i 337 mg K 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari što je manje od najvećih vrijednosti utvrđenih u ovom istraživanju. Picha (1985.) u korijenu batata navodi raspon vrijednosti kalija od 245 do 403 mg K, 38 do 64 mg P, kalcija 20 do 41 mg Ca i magnezija 13 do 22 mg Mg 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari. Primjena biostimulatora 'Bioplex' pozitivno je utjecala na količinu magnezija kod svih testiranih sorti, a najveća količina (15,0 mg Mg 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari) ostvarena je u kombinaciji sa sortom 'Blueboy'. S obzirom na količinu kalcija i kalija u plodovima muškatne tikve, može se zaključiti da je genetski faktor bio izraženiji u odnosu na primjenu biostimulatora.

### Zaključak

Testirani biostimulatori 'Actiwave', 'Bioplex' i 'Megafol' heterogeno su utjecali na količinu suhe tvari, sirovih proteina i makroelemenata u plodovima različitih sorti muškatne tikve. Općenito, primjena biostimulatora 'Actiwave' rezultirala je najvećom količinom sirovih proteina, fosfora i kalcija. Prema ostvarenim vrijednostima istraživanja može se zaključiti da plodovi muškatne tikve predstavljaju dobar izvor makroelemenata. Budući da se potpuni učinak biostimulatora može očekivati u stresnim uvjetima uzrokovanim abiotskim i biotskim čimbenicima, ukazuje se potreba daljnjeg istraživanja učinka primjene biostimulatora na nutritivnu vrijednost muškatne tikve.

### Literatura

- AOAC. (1995). Official methods of analysis of AOAC International, 16th Edition, Vol. I, Arlington, USA.
- Bulgari R., Morgutti S., Cocetta G., Negrini N., Farris S., Calcante A., Ferrante A. (2017). Evaluation of Borage Extracts As Potential Biostimulant Using a Phenomic, Agronomic, Physiological, and Biochemical Approach. *Frontiers in Plant Science* 8:935
- Cantwell M., Suslow T.V. (2014). Pumpkin & Winter Squash, Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. Department of Plant Sciences, University of California, Davis. <[http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity\\_Resources/Fact\\_Sheets/Datastores/Vegetables\\_English/?uid=28&ds=799](http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_English/?uid=28&ds=799)>. Pristupljeno 8.11.2017.
- DAFF (2011). Squash (*Cucurbita moschata*) production. Department of Agriculture, Fisheries and Forestry <[http://www.nda.agric.za/docs/Brochures/PG\\_Squash.pdf](http://www.nda.agric.za/docs/Brochures/PG_Squash.pdf)>. Pristupljeno: 7.11.2017.
- Deng G.F., Lin X., Xu X.R., Gao L.L., Xie J.F., Li H.B. (2013). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 56 vegetables. *Journal of Functional Foods* 5(1): 260-266.
- Domagała-Świątkiewicz I., Gąstoł M. (2012). Comparative study on mineral content of organic and conventional carrot, celery and red beet juices. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 11(2): 173-183.
- Du Jardin P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196: 3-14.
- EU - Uredba br. 1169/2011. Europskog parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2011. o informiranju potrošača o hrani. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=celex%3A32011R1169>. Pristupljeno 8.11.2017.
- Fedha M.S., Mwasaru M.A., Njoroge C.K., Ojijo N.O., Ouma G.O. (2010). Effect of drying on selected proximate composition of fresh and processed fruits and seeds of two pumpkin species. *Agriculture and Biology Journal of North America* 1(6): 1299-1302.
- HZN (2004.). Hrvatski zavod za norme. <<http://www.hzn.hr>>. Pristupljeno 2.11.2017.

- Hussain J., Rehman N.U., Khan A.L., Hamayun M., Hussain S.M., Shinwari, Z.K. (2010). Proximate and essential nutrients evaluation of selected vegetables species from Kohat region, Pakistan. Pak. J. bot 42(4): 2847-2855.
- Hussain J., Rehman N.R., Khan A.L., Hussain H., Al-Harrasi A., Ali L., Shinwari Z.K. (2011). Determination of macro and micronutrients and nutritional prospects of six vegetable species of Mardan, Pakistan. Pak. J. Bot 43(6): 2829-2833.
- Iacuzzo F., Dalla Costa L. (2009). Yield performance, quality characteristics and fruit storability of winter squash cultivars in sub-humid areas. Scientia horticulturae 120(3): 330-335.
- Jakše M., Hacin J., Kacjan Maršič N. (2013). Production of rocket (*Eruca sativa* Mill.) on plug trays and on a floating system in relation to reduced nitrate content. Acta Agriculturae Slovenica 101(1):59-68.
- Leterme P., Buldgen A., Estrada F., Londoño A. M. (2006). Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain forest of Colombia. Food Chemistry 95(4): 644-652.
- Mendelová A., Mendel L., Fikselová M., Mareček J., Vollmannová A. (2017). Winter squash (*Cucurbita moschata* Duch) fruit as a source of biologically active components after its thermal treatment. Potravinárstvo: Slovak Journal of Food Sciences 11(1): 489-495.
- Picha D.H. (1985). Crude Protein, Minerals, and Total Carotenoids in Sweet Potatoes. Journal of Food Science 50: 1768–1769.
- USDA (2017a; 2017b; 2017c). United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, National Nutrient Database for Standard Reference Release 28. <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3188>>; <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2901>>; <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3207>>. Pristupljeno 9.11.2017.
- Vajić B. 1964. Food, determination of the main ingredients. Ed. by University of Zagreb, Zagreb.
- Yakhin O.I., Lubyantsev A.A., Yakhin I.A., Brown P.H. (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. Front. Plant Sci. 7:2049.

## Macroelements content of butternut squash by application of biostimulants

### Abstract

The nutritional value of butternut squash fruits from domestic production is not sufficiently studied. The aim of research conducted in 2015 was to determine the effect of biostimulants on the dry weight, crude proteins and macroelements content of butternut squash. The application of biostimulant 'Actiwave' resulted with the highest values of phosphorus, calcium and crude proteins. The highest content of dry weight was found in the 'Argenta' cultivar treated with 'Bioplex' biostimulant, while the highest value of potassium was determined in fruits of 'Futsu' without the application of biostimulants. Achieved results show different effect of tested biostimulants on analyzed properties.

**Key words:** *Cucurbita moschata*, fresh weight, mesocarp, crude proteins, minerals

## Utjecaj koncentracija hranjive otopine na rast presadnica paprike uzgajanih u plutajućim kontejnerima

Elma Sefo<sup>1</sup>, Zdravko Matotan<sup>1</sup>, Zrinka Knezović<sup>1</sup>, Nada Parađiković<sup>2</sup>, Ana Mandić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru, Biskupa Čule bb, Mostar, Bosna i Hercegovina (elma.sefo@sve-mo.ba)

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

U pokusu provedenom po metodi split-split plot bile su uključene tri razine koncentracije hranjive otopine (1,00, 2,00 i 3,00 mS/cm), tri varijante vremena stavljanja kontejnera na hranjivu otopinu (odmah nakon sjetve, nakon naklijavanja u klijalishnoj komori, stadij u fazi razvijenih kotiledonskih listova) i tri različita volumena supstrata sjetvenog mjesta (27, 37 i 47 ml). Rast i razvoj presadnica paprike bio je pod značajnim utjecajem istraživanih faktora. Bolji razvoj presadnica utvrđen je na hranjivoj otopini najmanje koncentracije. Presadnice varijante stavljenе na hranjivu otopinu neposredno nakon sjetve pokazale su veću osjetljivost u pogledu utjecaja koncentracija soli na analizirana svojstva. Kombinacija koncentracije hranjive otopine od 1,00 mS/cm i stavljanje kontejnera s niknutim biljkama na supstratu volumena pojedinačnog sjetvenog mjesta od 47 ml perspektivna je za primjenu u praksi i drugim istraživanjima.

**Ključne riječi:** presadnice, paprika, plutajući kontejneri, koncentracija hranjive otopine

### Uvod

Povoljnost agroekoloških uvjeta omogućuje intenzivnu proizvodnju povrća na području Hercegovačko-neretvanske županije tijekom cijele godine. Kako se rano povrće isključivo proizvodi iz presadnica, koje čine pojedinačno najveći trošak proizvodnje, razvoj tehnologije proizvodnje presadnica značajno može pridonijeti ukupnoj konkurentnosti proizvodnje. Osim klasičnog kontejnerskog načina proizvodnje, presadnice je moguće uzgojiti i u plutajućim kontejnerima na hranjivoj otopini. To je najjednostavniji oblik hidroponskog načina proizvodnje uz jednostavno konstruiranje (Hanić, 2011.). Presadnice uzgojene u plutajućem sustavu su bolje razvijene u usporedbi s onima koje su bile klasično uzgajane (Enciso Garay i sur., 2015.). Za proizvodnju presadnica u plutajućem sustavu treba koristiti visokokvalitetna vodotopiva gnojiva (Ross i Tefteau, 1994.). Previsoke koncentracije soli u hranjivoj otopini ometaju normalne metaboličke procese i mogu izazvati oštećenja stanične strukture. Paprika je umjereno osjetljiva na salinitet (Chartzoulakis i Klapaki, 2000., Kurunc i sur., 2011.). Važnost kontrolirane ishrane biljaka i pravilne primjene vodotopivih gnojiva u proizvodnji presadnica paprike navodi Kralj (2015.).

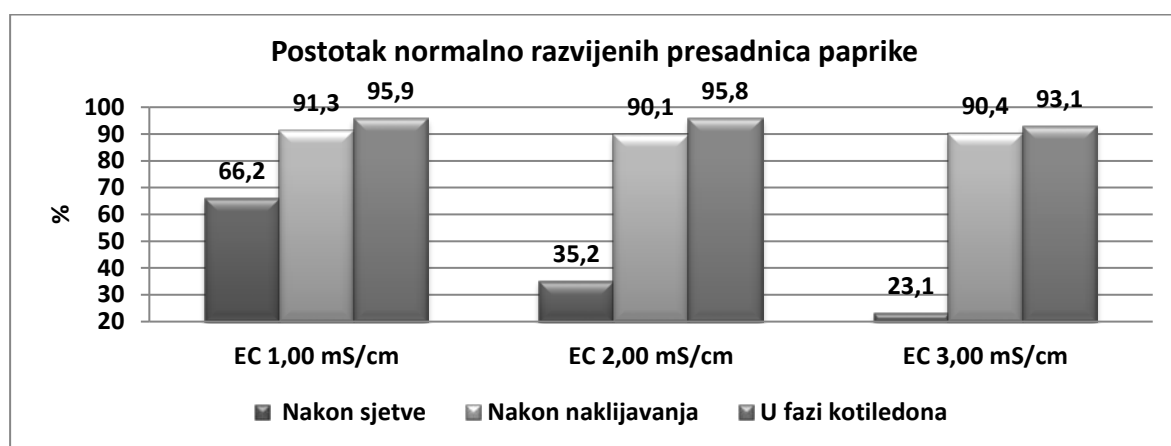
### Materijal i metode

Za istraživanja je odabrana hibridna sorta paprike Istra F1, jedan od najčešće uzgajanih hibrida na hercegovačkom području. Pokus je postavljen u negrijanom plateniku po metodi split-split plot. U istraživanja su uvrštena tri faktora od kojih je svaki sa po tri nivoa. Prvi (glavni) faktor koncentracija hranjive otopine (A): 1,00 (A1); 2,00 (A2) i 3,00 mS/cm (A3); drugi faktor vrijeme stavljanja kontejnera na hranjivu otopinu (B): izravno stavljanje kontejnera na hranjivu otopinu neposredno nakon sjetve (B1), stavljanje kontejnera na hranjivu otopinu nakon prethodnog naklijavanja sjemena (B2) i stavljanje kontejnera na

hranjivu otopinu u fazi razvijenosti kotiledonskih listova (B3); treći faktor volumen supstrata sjetvenog mjesta (C): 23 ml (C1), 37 ml (C2) i 47 ml (C3). Bazen, 180x100x20 cm, pregrađen je na tri bazena čija je unutrašnjost obložena folijom kako bi se spriječilo miješanje otopina. Dubina vode u bazenima iznosila je 17 cm, a volumen vode 0,306 m<sup>3</sup>. Dodavanjem vodotopivog gnojiva Kristalon zeleni omjera biljnih hraniva NPK 18:18:18 u količini od 78,40 g na 100 litara vode, postignute su različite EC vrijednosti: 1,00 mS/cm (pH 6,6), 2,00 mS/cm (pH 6,3) i 3,00 mS/cm (pH 6,1). Na količinu vode u bazene preventivno je dodan fungicid Previcur 607 SL u količini od 31 ml. U svaki bazen na hranjivu otopinu raspoređeno je po devet kontejnera (3 vremena stavljanja kontejnera na hranjivu otopinu x 3 volumena supstrata). Tijekom uzgoja presadnica redovito su obavljena opažanja i praćena je dinamika rasta presadnica na hranjivim otopinama. Petog tjedna nakon sjetve na uzorku koji je brojao po deset biljaka svake varijante iz jednog kontejnera predviđenog za analizu obavljeno je mjerenje parametara razvijenosti presadnica: visine stabljike (cm), promjera stabljike neposredno ispod kotiledonskih listova (mm) te prebrojavanje razvijenih listova. Prikazan je i postotak normalno razvijenih presadnica pogodnih za presađivanje, što je također jedan od pokazatelja uspješnosti uzgoja presadnica na hranjivoj otopini. Radi hlapljenja otopine povremeno je dodavana svježa voda nastojeći da se pH i EC vrijednosti održe na konstantnoj početnoj razini. Dobiveni podatci istraživanja za pojedine analizirane parametre rasta presadnica su statistički obrađeni analizom varijance (ANOVA), a LSD testom su testirane razlike između prosječnih vrijednosti uz prag značajnosti p 0,01. Za obradu podataka korišten je statistički program SP SS 13.

## Rezultati i rasprava

Uzgojem presadnica paprike na hranjivim otopinama različitih koncentracija utvrđeni su visoki postotci normalno razvijenih presadnica izuzev varijante kod koje su kontejneri stavljeni na hranjive otopine odmah nakon sjetve koja je imala niže vrijednosti. Najveći postotak normalno razvijenih presadnica paprike, 95,9% utvrđen je kod najniže koncentracije hranjive otopine od 1,00 mS/cm u kontejnerima stavljenim kad su biljčice bile u fazi kotiledona i bio je na razini vrijednosti kod koncentracije od 2,00 mS/cm (Grafikon 1).



Grafikon 1. Postotak normalno razvijenih presadnica u odnosu na broj posijanih sjemenki U pokusima s presadnicama paprike Chartzoulakis i Klapaki (2000.) ističu tolerantnost na povećane koncentracije soli tijekom klijanja s tim da je visoka EC vrijednost utjecala na kasniju klijavost sjemenka, ali nije bio smanjen ukupni postotak klijavosti. Visina, promjer stabljike i broj listova presadnica paprike bili su pod značajnim utjecajem svih pojedinačnih

faktora, dok je od interakcija bila visoko značajna samo jednostruka interakcija koncentracije i vremena stavljanja kontejnera na hranjivu otopinu te za svojstvo visina presadnica jednostruka interakcija vremena stavljanja kontejnera na hranjivu otopinu i volumena supstrata sjetvenog mjesta i dvostruka interakcija. Stoga su samo za njih provedeni LSD testovi i izdvojene prosječne vrijednosti kombinacija.

Promatrajući utjecaj pojedinačnih faktora najveće vrijednosti su dobivene kod koncentracije hranjive otopine od 1,00 mS/cm, dok su najmanje bile kod EC 3,00 mS/cm. Isto tako stavljanje kontejnera na hranjivu otopinu s biljčicama u fazi kotiledona rezultiralo je bolje razvijenim presadnicama za navedena svojstva kao i na supstratu volumena pojedinačnog sjetvenog mjesta od 47 ml (Tablica 1).

Tablica 1. Utjecaj pojedinačnih faktora na svojstva presadnica paprike

Koncentracija hranjive otopine, A (mS/cm)	Visina presadnice (cm)	Promjer stabljike (mm)	Broj listova
A1	<b>10,73 a</b>	<b>3,58 a</b>	<b>7,27 a</b>
A2	9,91 b	3,27 b	6,87 b
A3	6,12 c	2,40 c	4,63 c
LSD <sub>p=5%</sub>	0,36	0,17	0,34
LSD <sub>p=1%</sub>	0,49	0,23	0,47
Vrijeme stavljanja na otopinu, B	Visina presadnice (cm)	Promjer stabljike (mm)	Broj listova
B1	5,43 c	2,34 c	4,44 c
B2	9,13 b	3,24 b	6,58 b
B3	<b>12,20 a</b>	<b>3,66 a</b>	<b>7,74 a</b>
LSD <sub>p=5%</sub>	0,34	0,16	0,33
LSD <sub>p=1%</sub>	0,46	0,22	0,44
Volumen supstrata sjetvenog mjesta, C (ml)	Visina presadnice (cm)	Promjer stabljike (mm)	Broj listova
C1	8,20 c	2,79 c	5,36 c
C2	8,76 b	3,05 b	6,16 b
C3	<b>9,79 a</b>	<b>3,41 a</b>	<b>7,26 a</b>
LSD <sub>p=5%</sub>	0,34	0,16	0,32
LSD <sub>p=1%</sub>	0,44	0,21	0,42

Smanjenje dinamike rasta povrtnih kultura uslijed visokih koncentracija soli rezultira kraćom stabljikom (Shannon i Grieve, 1999.). Osjetljivost presadnica paprike na povećane koncentracije soli prikazuju i Chartzoulakis i Klapaki (2000.) koji su utvrdili slabiji rast presadnica već na najnižoj analiziranoj koncentraciji od 2,4 dS/m. Također, Kralj (2015.) navodi kako su visoke koncentracije gnojiva u hranjivoj otopini zaustavile rast nadzemnog dijela presadnica paprike u usporedbi s vrijednosti EC nižom od 1,4 g/l, kada su dobivene najkvalitetnije presadnice. Interakcijom koncentracije i vremena stavljanja kontejnera na hranjivu otopinu najveću prosječnu vrijednost za sva svojstva imala je kombinacija A1xB3 i visoko značajno se razlikovala u odnosu na ostale prosječne vrijednosti kombinacija. Također, najviše su bile presadnice kombinacije B3xC3, pri čemu se visoko značajno razlikovala od ostalih, uz izuzetak prosječne vrijednosti dobivene stavljanjem kontejnera s biljkama u fazi kotiledona i koji su imali srednji volumen supstrata pojedinačnog sjetvenog mjesta (B3xC2) od koje se nije značajno razlikovala (Tablica 2).

Tablica 2. Prosječne vrijednosti AXB i BXC kombinacija za svojstva presadnica paprike

Koncentracija hranjive otopine, A (mS/cm)	Visina presadnice (cm)			Promjer stabljike (mm)			Broj listova mjerenja		
	Vrijeme stavljanja na otopinu, B								
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
A1	7,39	11,24	<b>13,56</b>	2,95	3,74	<b>4,04</b>	6,20	7,53	<b>8,07</b>
A2	6,16	10,90	12,67	2,57	3,53	3,71	5,60	7,17	7,83
A3	2,73	5,24	10,37	1,51	2,46	3,23	1,53	5,03	7,33
LSD <sub>p=5%</sub>		0,70			0,28			0,63	
LSD <sub>p=1%</sub>		0,93			0,37			0,83	
Vrijeme stavljanja na otopinu, B	Visina presadnice (cm)			Volumen supstrata sjetvenog mjesta (ml)					
				C1	C2	C3			
	B1	B2	B3	4,94	5,14	6,20			
				8,40	8,71	10,26			
				11,27	12,43	<b>12,91</b>			
LSD <sub>p=5%</sub>					0,58				
LSD <sub>p=1%</sub>					0,77				

Kao rezultat međusobnog djelovanja svih faktora najviše presadnice, 14,25 cm, bile su kod kombinacije A1xB3xC3 i nije se značajno razlikovala samo u odnosu na prosječne vrijednosti dvije kombinacije, A1xB3xC2 i A2xB3xC3, izmjerene kod iste odnosno niže koncentracije hranjive otopine u kontejnerima srednjeg i najvećeg volumena supstrata stavljenim nakon prethodnog naklijavanja sjemena (Tablica 3).

Tablica 3. Prosječne vrijednosti AxBxC kombinacija za visinu presadnica (cm)

Vrijeme stavljanja na otopinu, B	Volumen supstrata, C (ml)	Koncentracija hranjive otopine, A (mS/cm)		
		A1	A2	A3
B1	C1	6,07	5,95	2,81
	C2	6,98	5,97	2,46
	C3	9,11	6,55	2,93
B2	C1	10,65	10,70	3,85
	C2	11,01	10,51	4,62
	C3	12,05	11,48	7,26
B3	C1	12,84	11,49	9,47
	C2	13,60	11,49	10,63
	C3	<b>14,25</b>	13,45	11,02
LSD <sub>p=5%</sub>			1,01	
LSD <sub>p=1%</sub>			1,33	

Interakcija ukazuje na povećanje visine presadnica smanjenjem koncentracije otopine, prethodnim naklijavanjem sjemena i povećanjem volumena supstrata. Dumičić i sur. (2016.) na presadnicama rajčice prikazuju kako su visina i broj listova bili pod značajnim utjecajem volumena lončića i koncentracije otopine, dok promjer stabljike nije bio pod utjecajem odabranih tretiranja.

### Zaključak

Izravno nakon sjetve stavljanje kontejnera na hranjivu otopinu kod viših koncentracija izazvalo je značajno smanjenje postotka normalno razvijenih presadnica. Rezultati analize utjecaja koncentracija soli u hranjivoj otopini ukazuju na smanjenje dinamike rasta presadnica povećanjem koncentracije hranjive otopine. Kombinacija koncentracije hranjive

otopine od 1,00 mS/cm i stavljanja kontejnera s niklim biljkama na supstratu volumena pojedinačnog sjetvenog mjesta od 47 ml perspektivna je za primjenu u praksi i drugim istraživanjima.

## Literatura

- Bilalis D., Kanatas P., Konstantas A. (2008). Effects of shading on root and shoot development of melon (*Cucubrita pepo*) transplants in conventional and organic float system nurseries. *Proceedings of the 16th IFOAM Organic World Congress*. 628-630. Modena, Italy.
- Chartzoulakis K., Klapaki G. (2000). Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae*. 86: 247-260.
- Dumičić G., Cukrov M., Gašpar L., Žanić K., Urlić P. (2016). Utjecaj različitih volumena lončića i koncentracija dušika na vegetativna svojstva presadnica rajčice. *Zbornik radova 51. hrvatskog i 11. međunarodnog simpozija agronoma*, Pospišil M., Vnučec I. (ed.), 172-176. Opatija, Hrvatska: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
- Enciso Garay C.R., Bogarin González N.B., Oviedo Santacruz V.R. (2015). Producción de mudas de tomate en el sistema flotante. *Investigación Agraria* 16 (2): 129-135.
- Hanić E.E. (2011). Savremeni sistemi biljne proizvodnje-Proizvodnja u hidroponici i organsko-mineralnim supstratima, užbenik, Univerzitet Džemal Bijedić u Mostaru, Agromediterranski fakultet, Mostar.
- Kralj K. (2015). Elektro provodljivost-praktično agronomsko objašnjenje i utjecaj na rast biljaka. *Zbornik radova 1. hrvatskog stručnog skupa o proizvodnji povrća*, 46. Opatija, Hrvatska.
- Kurunc A., Unlukara A., Cemek B. (2011). Salinity and drought affect yield response of bell pepper similarly. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Plant Soil Science* 61: 514-522.
- Ross S.D., Tefreau K.M. (1995). Greenhouse float systems for transplant production. University of Maryland, Fact Sheet: 1-4.
- Shannon M.C., Grieve C.M. (1999). Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae* 78: 5-38.

## The effect of nutrient solution concentrations on development of pepper transplants grown in floating containers

### Abstract

The experiment was conducted using the split-split plot method with three nutrient solution concentration levels (1.00, 2.00 and 3.00 mS/cm), three variants of term of putting the containers on nutrient solution (immediately after sowing, after germination in germination chamber, and in the stage of developed cotyledon leaves) and three different seeding place substrate volumes (27, 37 and 47 ml). The growth and development of pepper transplants was significantly influenced by the studied factors. Better development of pepper transplants was established on the nutrient solution of the lowest concentration. Transplants of the variant placed on nutrient solution immediately after sowing showed a higher sensitivity with respect to the influence of salt concentrations on the analysed properties. The combination of nutrient solution concentration of 1.00 mS/cm and placement of containers with emerged plants on the 47 ml substrate volume of individual seeding places is promising for application both in practice and other studies.

**Key words:** transplants, pepper, floating containers, nutrient solution concentration



## Nutritivni sastav različitih vrsta bundeve

Jana Šic Žlabur<sup>1</sup>, Nadica Dobričević<sup>1</sup>, Sandra Voća<sup>1\*</sup>, Ante Galić<sup>1</sup>, Stjepan Pliestic<sup>1</sup>, Ilijana Mišković<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska (svoca@agr.hr)

<sup>2</sup>Diplomski studij, Hortikultura, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Bundeve se odlikuju značajnom biološkom i nutritivnom vrijednošću, a posebno su cijenjene zbog visokog sadržaja karotenoida. Unutar roda *Cucurbita* vrste se značajno razlikuju prema brojnim morfološkim i nutritivnim svojstvima. Stoga je cilj ovog rada bio utvrditi razlike u nutritivnom sastavu i sadržaju bioaktivnih spojeva kultivara triju vrsta bundeva. Značajne razlike između istraživanih kultivara utvrđene su za parametre osnovnog kemijskog sastava, prilikom čega je najveći sadržaj suhe tvari utvrđen za vrstu *C. maxima*. Najveći sadržaj vitamina C zabilježen je kod vrste *C. pepo*, dok je kod vrste *C. moschata* utvrđen najviši sadržaj ukupnih fenola i  $\beta$ -karotena.

**Gljučne riječi:** *C. pepo*, *C. moschata*, *C. maxima*, vitamin C,  $\beta$ -karoten

### Uvod

Bundeve, tikve i buče bogat su izvor vrijednih hranjivih sastojaka, vitamina, minerala i bioaktivnih spojeva vrlo male energetske vrijednosti, ali značajne antioksidacijske aktivnosti (Noelia i sur., 2011., Kim i sur., 2012., Saavedra i sur., 2015.). Najčešće vrste bundeva koje se uzgajaju diljem svijeta i tijekom proizvodnje postižu visoke prinose su *Cucurbita pepo*, *Cucurbita moschata* i *Cucurbita maxima* (Phillips i sur., 2005.). Unutar navedenih vrsta roda *Cucurbita* postoje značajne razlike koje se prvenstveno očituju u morfološkim karakteristikama pojedinih plodova (veličina, oblik, boja) (Montes i sur., 2004., Jacobo-Valenzuela i sur., 2008.), ali i kemijskom odnosno nutritivnom sastavu (González i sur., 2001.). Pritom su genetske karakteristike kultivara, ekološki uvjeti i agrotehničke mjere ključni čimbenici tijekom uzgoja ovih vrsta (Heo i sur., 1998., Jang i sur., 2001.). Zrela bundeva ima sočnu, okusom slatkastu pulpu karakteristične narančaste boje koja potječe od karotenoida kojima bundeva obiluje i upravo zbog toga pokazuje veliku zdravstvenu vrijednost (Noseworthy i Loy, 2008). Od identificiranih karotenoida u pulpi bundeve dominiraju lutein,  $\beta$ -karoten, a u nižim koncentracijama i  $\alpha$ -karoten, kriptoksantin, zeaksantin, violoksantin i drugi (González i sur., 2001., Murkovic i sur., 2002., Carvalho i sur., 2012.). Profil karotenoida bundeve, odnosno količina i vrsta, pod značajnim je utjecajem brojnih čimbenika od kojih je najznačajniji genetska karakteristika. Stoga, cilj ovog rada bio je utvrditi nutritivni sastav i sadržaj bioaktivnih spojeva različitih vrsta bundeva i njihovih kultivara.

### Materijal i metode

Analizirani su svježi plodovi kultivara triju vrsta bundeva: *Cucurbita pepo* (cv. 'krupnoplodna tikva', 'Table Queen'), *Cucurbita moschata* (cv. 'Futsu Kurokawa', 'Argenta', 'Piena di Napoli', 'Bucksin') i *Cucurbita maxima* (cv. 'Zapallito'). Poljski pokus je proveden na poljoprivrednom gospodarstvu u blizini Ivanić Grada. Kultivari bundeve uzgajani su izravnom sjetvom 10. svibnja, na razmak 150 cm×50 cm što je rezultiralo sklopom 1,3

biljke/m<sup>2</sup>. Prije sadnje primijenjeno je 90 kg N/ha, 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha i 150 kg K<sub>2</sub>O/ha putem gnojiva NPK 5-20-30. Prihrana KAN-om (27% N) provedena je 5 tjedana nakon sjetve u količini 40 kg N/ha. Berba plodova provedena je 15. rujna. Nakon berbe, plodovi su dopremljeni u laboratorij Zavoda za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport gdje su probrani, oguljeni, a pulpa je laboratorijskim homogenizatorom usitnjena i pripremljena za potrebe analize sljedećih kemijskih parametara: suhe tvari, ukupnih kiselina, pH vrijednosti, topljive suhe tvari standardnim metodama (AOAC, 1995.), vitamina C (AOAC, 2002.), ukupnih fenola spektrofotometrijski prema metodi Ough i Amerine (1998.) i β-karotena spektrofotometrijski (Ough i Amerine, 1988.). Dobiveni podaci obrađeni su statistički u programu SAS, verzija 9.3 (SAS, 2010.). Korišten je Duncanov test signifikantnosti razlika (1%).

## Rezultati i rasprava

Rezultati osnovnog kemijskog sastava kultivara različitih vrsta bundeva prikazani su u tablici 1. Za sva istraživana kemijska svojstva utvrđene su visoko signifikantne statističke razlike ( $p \leq 0,0001$ ). Sadržaj suhe tvari bio je u rasponu od 3,53% (*C. pepo* cv. 'krupnoplodna tikva') do 18,91% (*C. pepo* cv. 'Table Queen') prilikom čega su značajne statističke razlike utvrđene između različitih kultivara. Unutar vrste *C. moschata* gdje su analizirana čak četiri kultivara raspon suhe tvari bio je od 5,88 do 13,91%. Prema drugim literaturnim izvorima sadržaj ukupne suhe tvari bundeva može biti u rasponu od 4 do 25% što ponajviše ovisi o genetskim karakteristikama, odnosno vrsti bundeve (Nawirska-Olszańska i sur., 2014., Seroczyńska i sur., 2014.). Prema istraživanju Dinu i sur. (2016.) prosječna vrijednost suhe tvari istraživanih populacija vrste *C. moschata* iznosila je 11,75%, vrste *C. maxima* 8,13%, te vrste *C. pepo* 8,80%. Prema ostvarenim rezultatima može se zaključiti kako se rezultati iz ovog istraživanja poklapaju s drugim literaturnim navodima. Prosječni sadržaj topljive suhe tvari (TST) za sve istraživane kultivare odnosno vrste bundeva iznosio je 6,64% prilikom čega je najniža vrijednost (2,33%) utvrđena za cv. 'krupnoplodna tikva' (*C. pepo*), dok je najviša (10,83%) za cv. 'Zapallito' (*C. maxima*). Očekivano, sadržaj ukupnih kiselina istraživanih vrsta bundeva je nizak i bio je u rasponu od 0,040 (*C. moschata* cv. 'Piena di Napoli') do 0,110% (*C. moschata* cv. 'Futsu Kurokawa'). Bundeve kao i ostale povrtno vrste nisu specifične po visokom sadržaju organskih kiselina (Noelia i sur., 2011.), no istraživanja dokazuju kako se različite vrste bundeva značajno razlikuju kako po sastavu tako i po sadržaju pojedinih organskih kiselina, a od kojih su najzastupljenije jabučna, zatim limunska i fumarna kiselina (Nawirska-Olszańska i sur., 2014.). Slijedom niskih vrijednosti ukupnih kiselina, utvrđene pH-vrijednosti bile su relativno visoke, u rasponu od 5,30 (*C. pepo* cv. 'krupnoplodna tikva') do 6,64 (*C. maxima* cv. 'Zapallito') što se poklapa s rezultatima drugih autora (Nawirska-Olszańska i sur., 2014.).

Od istraživanih bioaktivnih spojeva, bundeve se odlikuju i po sadržaju vitamina C (tablica 2), koji se prema drugim literaturnim navodima iznosi od 9 do 29 mg/100 g svježe tvari (Demasse Mawamba i sur., 2009., Noelia i sur., 2011., Nawirska-Olszańska i sur., 2014.). U ovom istraživanju vrijednosti sadržaja vitamina C bile su u rasponu od 13,22 (*C. pepo* cv. 'Table Queen'; *C. moschata* cv. 'Piena di Napoli') do 16,83 mg/100 g svježe tvari (*C. pepo* cv. 'Domaća krupnoplodna tikva') prilikom čega su utvrđene i značajne statističke razlike ( $p \leq 0,0001$ ) u sadržaju između istraživanih kultivara. Osim vitamina C, utvrđen je i sadržaj ukupnih fenolnih spojeva različitih kultivara bundeva (tablica 2) koji je varirao u rasponu od 56,02 (*C. pepo* cv. 'krupnoplodna tikva') do 71,73 mg GAE/100 g svježe tvari (*C. moschata* cv. 'Argenta') prilikom čega su utvrđene i visoko signifikantne statističke razlike ( $p \leq 0,0001$ ) između analiziranih i kultivara.

Tablica 1. Osnovni kemijski sastav različitih vrsta bundeva

Vrsta (kultivar)	Suha tvar (%) p≤0,0001	TST (%) p≤0,0001	Uk. kis. (%) p≤0,0001	pH- vrijednost p≤0,0001
<i>Cucurbita pepo</i>				
cv. 'krupnoplodna tikva'	3,53 <sup>e</sup> ±0,31	2,33 <sup>e</sup> ±0,21	0,070 <sup>bc</sup>	5,30 <sup>g</sup> ±0,008
cv. 'Table Queen'	18,91 <sup>a</sup> ±0,99	9,13 <sup>ab</sup> ±0,15	0,070 <sup>bc</sup>	6,37 <sup>d</sup> ±0,01
<i>Cucurbita moschata</i>				
cv. 'Futsu Kurokawa'	5,88 <sup>d</sup> ±0,67	4,27 <sup>d</sup> ±0,40	0,110 <sup>a</sup>	5,59 <sup>f</sup> ±0,009
cv. 'Argenta'	8,59 <sup>c</sup> ±0,47	6,63 <sup>c</sup> ±0,38	0,057 <sup>d</sup>	6,40 <sup>c</sup> ±0,008
cv. 'Piena di Napoli'	12,95 <sup>b</sup> ±0,15	5,90 <sup>cd</sup> ±0,62	0,040 <sup>e</sup>	6,45 <sup>b</sup> ±0,01
cv. 'Bucksin'	13,91 <sup>b</sup> ±1,70	7,40 <sup>bc</sup> ±0,36	0,077 <sup>b</sup>	6,15 <sup>e</sup> ±0,01
<i>Cucurbita maxima</i>				
cv. 'Zapallito'	17,69 <sup>a</sup> ±1,05	10,83 <sup>a</sup> ±1,70	0,060 <sup>cd</sup>	6,64 <sup>a</sup> ±0,009

Uk. kis.- sadržaj ukupnih kiselina; TST- sadržaj topljive suhe tvari. Različita slova prikazuju značajne statističke razlike između srednjih vrijednosti

U usporedbi s nekim drugim povrtnim kulturama bundeve nisu značajan izvor fenola no ipak prema utvrđenim vrijednostima u sklopu ovog istraživanja njihove vrijednosti nisu zanemarive. Istraživanja drugih autora sugeriraju slične vrijednosti, a devijacije u rezultatima posljedica su korištenja različitih metodologija ekstrakcije fenolnih spojeva iz tkiva bundeve (Turkmen i sur., 2005., Valenzuela i sur., 2014., Saavedra i sur., 2015.). Kao što je već naglašeno, bundeve su specifične po narančastom obojenju pulpe, prilikom čega su značajne razlike uočljive s obzirom na vrstu, odnosno kultivar. Od karotenoida, u tkivu bundeve najzastupljeniji su β-karoten, lutein i violoksantin (Murkovic i sur., 2002., Noelia i sur., 2011., Carvalho i sur., 2012.). U ovom istraživanju, sadržaj β-karotena nije determiniran u istraživanim kultivarima vrste *C. pepo* (cv. 'krupnoplodna tikva' i 'Table Queen') što je bilo i očekivano s obzirom na svijetlo obojenje pulpe navedenih kultivara. U ostalim analiziranim kultivarima sadržaj β-karotena kretao se u rasponu od 5,66 (*C. moschata* cv. 'Futsu Kurokawa') do 9,06 mg/100 g svježje tvari (*C. moschata* cv. 'Argenta'). Općenito, kultivari vrste *C. moschata* imali su prosječno veći sadržaj β-karotena u usporedbi s kultivarom vrste *C. maxima*. Dobiveni rezultati sadržaja β-karotena uglavnom se poklapaju s rezultatima drugih autora uz manja odstupanja s primjerom vrste *C. pepo* u kojoj je prema drugim literaturnim izvorima (Murkovic i sur., 2002., Kim i sur., 2012.).

Tablica 2. Sadržaj bioaktivnih spojeva različitih vrsta bundeva

Vrsta (kultivar)	Vitamin C (mg/100 g) p≤0,0009	Ukupni fenoli (mg GAE/100 g) p≤0,0001	β- karoten (mg/100 g) p≤0,0001
<i>Cucurbita pepo</i>			
cv. 'krupnoplodna tikva'	16,83 <sup>a</sup> ±0,52	56,02 <sup>e</sup> ±0,45	ND <sup>e</sup>
cv. 'Table Queen'	13,22 <sup>b</sup>	69,11 <sup>ab</sup> ±1,44	ND <sup>e</sup>
<i>Cucurbita moschata</i>			
cv. 'Futsu Kurokawa'	15,03 <sup>ab</sup> ±1,88	61,44 <sup>d</sup> ±0,89	5,66 <sup>d</sup> ±0,105
cv. 'Argenta'	15,78 <sup>a</sup> ±0,45	71,73 <sup>a</sup> ±0,27	9,06 <sup>a</sup> ±0,12
cv. 'Piena di Napoli'	13,22 <sup>b</sup> ±0,52	65,71 <sup>c</sup> ±1,36	8,56 <sup>b</sup> ±0,08
cv. 'Bucksin'	13,23 <sup>b</sup> ±1,04	68,32 <sup>bc</sup> ±0,82	7,76 <sup>c</sup> ±0,10
<i>Cucurbita maxima</i>			
cv. 'Zapallito'	16,08 <sup>a</sup> ±0,94	71,21 <sup>a</sup> ±1,68	5,79 <sup>d</sup> ±0,05

ND- nije determiniran. Različita slova prikazuju značajne statističke razlike između srednjih vrijednosti

## Zaključak

Ispitivani kultivari različitih vrsta bundeve značajno se razlikuju s obzirom na istraživane parametre nutritivnog sastava čime se može zaključiti kako su genetske karakteristike jedan od ključnih čimbenika utjecaja na nutritivni sastav ploda. Najveći sadržaj ukupne suhe tvari i topljive suhe tvari utvrđen je za kultivare vrsta *C. pepo* i *C. maxima*. S obzirom da se bundeve kao povrtne vrste ne odlikuju visokim sadržajem vitamina C i ukupnih fenolnih spojeva, vrijednosti utvrđene u ovom istraživanju su značajne temeljem čega se može zaključiti da se kultivari muškadne bundeve odlikuju višim vrijednostima u usporedbi s kultivarima *C. pepo* i *C. maxima*. No, bundeve se prije svega odlikuju bogatim sadržajem karotenoida, posebice  $\beta$ -karotena čiji se sadržaj značajno razlikuje ovisno o kultivaru. Također, temeljem rezultata ovog istraživanja kultivari vrste *C. moschata* imaju značajno veći sadržaj  $\beta$ -karotena u usporedbi s kultivarima vrsta *C. pepo* i *C. maxima*.

## Literatura

- AOAC (1995). Official Methods of Analysis (16 th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC (2002). Official Methods of Analysis (17 th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Carvalho L.M.J., Gomes P.B., Godoy R.L.O., Pacheco P., Monte P.H.F, Carvalho J.L.V., Nutti M.R., Neves A.C.L.,Vieira A.C.R.A., Ramos S.R.R. (2012). Total carotenoid content,  $\alpha$ -carotene and  $\beta$ -carotene, of landrace pumpkins (*Cucurbita moschata* Duch): A preliminary study. Food Research International. 47: 337–340.
- Demasse Mawamba A., Gouado I., Leng M., Touridomon I.S., Mbiapo F.T. (2009). Steamed-Dried Squashes (*Cucurbita* sp.) Can Contribute to Alleviate Vitamin A Deficiency. American Journal of Food Technology. 4(4): 170-176.
- Dinu M., Soare R., Hoza G., Becherescu A.D. (2016). Biochemical Composition of Some Local Pumpkin Population. Agriculture and Agricultural Science Procedia. 10: 185-191.
- González E., Montenegro M.A., Nazareno M.A. (2001). Carotenoid composition and vitamin A value of an Argentinian squash (*Cucurbita moschata*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 51(4): 395–399.
- Heo S.J., Kim J.H., Kim J.K., Moon K.D. (1998). The comparison of food constituents in pumpkin and sweet-pumpkin. Journal of The Korean Society of Food Culture. 13: 91-96.
- Jacobo-Valenzuela N., Zazueta-Morales J.J., Pérez-Castañeda V., Camacho-Hernández I.L., Gallegos-Infante J.A., Rocha-Guzmán N.E., González-Laredo R.F. (2008). Rediscovering Winter Squash (*Cucurbita moschata* D.) cv. Cehualca as a Magic Food in Sinaloa State. 3rd International Congress of Food Science and Food Biotechnology in Developing Countries. AMECA: 475–478.
- Jang S.M., Park N.Y., Lee J.B., Ahn H. (2001). The comparison of food constituent in different parts of pumpkin. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 30: 1038-1040.
- Kim M.J., Kim E.J., Kim Y.-N., Choi C., Lee B.-H. (2012). Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (*Cucurbitaceae*) species and parts. Nutrition Research and Practice. 6(1): 21-27.
- Montes C.R., Vallejo C.F.A., Baena G.D. (2004). Diversidad genética de germoplasma colombiano de zapallo (*Cucurbita moschata* Duchesne Exp. Prior). Acta Agronómica. 53(3): 43-50.
- Murkovic M., Mülleder U., Neunteufl H. (2002). Carotenoid Content in Different Varieties of Pumpkins. Journal of Food Composition and Analysis. 15(6): 633-638.
- Nawirska-Olszańska A., Biesiada A., Sokół-Łętowska A., Kucharska A.Z. (2014). Characteristics of organic acids in the fruit of different pumpkin species. Food Chemistry. 148: 415-419.
- Noelia J.V., Roberto M.J.M., de Jesús Z.M.J., Alberto G.I.J. (2011). Physicochemical, technological properties, and health-benefits of *Cucurbita moschata* Duchense vs. Cehualca A Review. Food Research International. 44: 2587–2593.
- Noseworthy J., Loy B. (2008). Improving eating quality and carotenoid content of squash. Objavljeno u *Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae*, M. Pitrat (ed.), 521–528. Avignon, Francuska.

- Ough C.S., Amerine M.A. (1988). *Methods for Analysis of Musts and Wines*. John Wiley & Sons, Washington.
- Phillips K.M., Ruggio D.M., Ashraf-Khorassani M. (2005). Phytosterol composition of nuts and seeds commonly consumed in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53: 9436-9445.
- SAS/STAT (2010). *Verzija 9.3*; SAS Institute. Cary, NC, SAD.
- Seroczyńska A., Antczak A., Korytowska M., Kamińska K., Radomski A., Korzeniewska A., Zawadzki J., Niemirowicz-Szczytt K. (2014). Evaluation of the selected forms of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) for the content of free sugars and polysaccharides. *Polish Journal of Agronomy*. 16: 69–73.
- Saavedra M.J., Aires A., Dias C., Almeida J.A., De Vasconcelos M.C.B.M., Santos P., Rosa E.A. (2015). Evaluation of the potential of squash pumpkin by-products (seeds and shell) as sources of antioxidant and bioactive compounds. *Journal of Food Science and Technology*. 52(2): 1008–1015.
- Turkmen N, Sari F, Velioglu YS (2005) The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*. 93: 713–718.
- Valenzuela G.M., Soro A.S., Tauguin A.L., Gruszycki M.R., Cravzov A.L., Giménez M.G., Wirth A. (2014). Evaluation Polyphenol Content and Antioxidant Activity in Extracts of *Cucurbita spp.* *Open Access Library Journal*. 1: 1-6.

## Nutritional composition of different pumpkin species

### Abstract

Pumpkins are characterized by significant biological and nutritional value and are especially appreciated due to their high carotenoids content. Within the *Cucurbita* genus, the species significantly differ according to numerous morphological and nutritional properties. The aim of this study was to determine the differences in the nutritional composition and bioactive compounds content of three pumpkin species. Significant differences between the analysed cultivars were determined for the parameters of the basic chemical composition, whereby the highest dry matter content was determined for the *C. maxima*. The highest vitamin C content was recorded for *C. pepo* while *C. moschata* has the highest content of total phenols and  $\beta$ -carotene.

**Key words:** *C. pepo*, *C. moschata*, *C. maxima*, vitamin C,  $\beta$ -carotene

## Essential oil extraction from Albanian *Lavandula officinalis* Chaix and its characterization by FTIR spectroscopy

Krenaida Taraj<sup>1</sup>, Ilirjan Malollari<sup>1</sup>, Fatos Ylli<sup>2</sup>, Adelaida Andoni<sup>1\*</sup>, Lorena Ciko<sup>1</sup>, Xhejni Borshi<sup>3</sup>, Jonilda Llupa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departments of Chemistry and Chemical Engineering, Faculty of Natural Sciences, Blv. "Zog I", 1001, University of Tirana, Tirana, Albania (krenaida.taraj@fshn.edu.al)

<sup>2</sup>Institute of Applied Nuclear Physics, P.O. Box 85, University of Tirana, Tirana, Albania

<sup>3</sup>Department of Infirmary, Faculty of Medicinal Sciences, Albanian University, Tirana, Albania.

<sup>4</sup>Laboratory of Food Chemistry, Department of Chemistry, University of Ioannina, Greece

### Abstract

The wild-harvesting of medicinal and aromatic plants in Balkan counties goes back on a long tradition. Albania, Croatia, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria and Romania are well known for the utilization of natural plant resources for medicinal purposes as an essential part of folk medicine. Pure *L. officinalis* essential oils are used in perfumery, cosmetic, for antimicrobial activity, and anti-colic properties as well. Along with the increasing importance of international trade, the use of medicinal and aromatic plants as export goods has become to a great extent important. In this respect, Balkan countries are traditional producers and international suppliers of high quality essential oils. In this work essential oil/extract from Albanian *Lavandula officinalis* Chaix is obtained by means of Soxhlet extractor (liquid CO<sub>2</sub> and hexane as solvents) and Clevenger apparatus (water distillation extraction) aiming to compare yields and chemical composition of oil extracts by different methods. The oils obtained by different extraction methods were characterized by FTIR spectroscopy, aiming the determination of chemical composition. IR spectra revealed similar features and identified as main compounds linalool and linalyl acetate which is in agreement with IR data reported in the literature.

**Key words:** *Lavandula officinalis*, essential oil, Soxhlet extraction, Clevenger extraction, FTIR spectroscopy.

### Introduction

Essential oils (extracts) obtained from aromatic and medicinal plants (herbs) are used in a broad variety of consumer goods such as soaps, cosmetics, pharmaceuticals, perfumes, soft drinks etc. In this respect, Balkan countries such as Albania, Greece, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Romania, Macedonia and Serbia are home to a large number of herbs, medicinal, cosmetic and aromatic plants (MAPs) (Kathe et al. 2003, Metaj 2007, Pieroni and Quave 2014). Medicinal and aromatic plants (essential oils extracts) have a long history of importance in the culture and traditional knowledge of Balkan countries. Kathe et al. (2003) reported, about 30% of all known European plant species occur in Albania. In particular, Albania is a large producer and exporter of salvia species (Schmiderer et al. 2013). In addition to salvia species, *Lavandula officinalis* Chaix is also one of most frequently collected herb (in terms of volume) in Albania (Kathe et al. 2003).

Essential oils of *L. officinalis* are used in perfumery, cosmetic, for antimicrobial activity, and anti-colic properties as well. Production technology is an important element to improve the overall yield and essential oil quality. Water distillation is a traditional method used for obtaining essential oil from plants, whereas Soxhlet extraction and near critical or supercritical fluid extraction (using liquid CO<sub>2</sub> as solvent) are modern methods of extraction

most widely used on commercial scale (Ciko et al. 2016, Taraj et al. 2013). In this work essential oil/extract from Albanian *Lavandula officinalis* is obtained by means of Soxhlet extractor (liquid CO<sub>2</sub> and hexane as solvents) and Clevenger apparatus (water distillation extraction), aiming to compare yields of oil extracts by different methods, followed by chemical composition analysis by means of FTIR spectroscopy. IR spectrometry methods are effective in assessing the qualitative difference between samples. IR spectra revealed similar features for all the obtained extracts and identified as main compounds linalool and linalyl acetate in good agreement with IR reported data in the literature.

### Material and methods

The origin of *L. officinalis* used in this work is from local Albanian herb. The plant was dried in shadow at room temperature and crushed into small particles. The water distillation extraction was carried out by means of Clevenger apparatus in a round bottom flask using a ratio of 10:1 water/dried herb. In the water distillation method, the material is completely immersed in water, which is boiled by applying heat. The main characteristic of this process is that there is a direct contact between boiling water and plant material. The water-herb mixture was exposed to distillation for 4 hours. During the first 30 minutes once the oil had started collecting in the collecting column of the Clevenger apparatus, about 1 ml of hexane (oil phase) was put through the condenser to wash down any oil which had stuck to the walls of the condenser. The essential oil (dissolved in hexane) was then separated in a separating funnel.

In the Soxhlet extraction, the plant was placed inside a container made of thick filter. The container is located into the main chamber of the Soxhlet extractor. The Soxhlet can be slotted onto a flask which contains hexane (in this work), as extraction solvent. The Soxhlet is afterward equipped with a condenser, whereas the hexane is heated and allowed to reflux (Ciko et al. 2016). The amount of the herb used for Soxhlet extraction was ~10 g, whereas the amount of the solvent (hexane) used was 300 mL. In the current work the extraction process was allowed to run approximately 4 hours. Hexane is removed, by means of a rotary evaporator, yielding though the extracted compounds.

The extraction by liquid CO<sub>2</sub> was also carried out in the Soxhlet mode. The only difference to the classical Soxhlet apparatus is that the extracting process was carried out inside a stainless steel autoclave (Taraj et al. 2013). The latter can be filled with liquid CO<sub>2</sub>. The detailed procedure of this process is explained elsewhere (Taraj et al. 2013). Ethylene glycol was used as cooling agent. The temperature of extraction used was 40 °C (the autoclave was immersed in an oil bath at 40 °C). Subsequently, the autoclave was pressurized with liquid CO<sub>2</sub>. The equilibrium pressure was 65 bars. By using these parameters, the system operates at near critical conditions (liquid-vapor equilibrium). The amount of dried herb used for the Soxhlet extraction with liquid CO<sub>2</sub> was 10 g. The extraction time was 8 hours.

FTIR spectra were obtained by Nicolet 6700 spectrometer, manufactured by Thermo Electron. In this study, measurements were carried out in the range mid Infra-Red (4000-400 cm<sup>-1</sup>).

### Results and discussion

Table 1 displays overall results of the yields of the oils obtained with different methods. It is evident from Table 1 that the Soxhlet extraction gives rise to higher yield when compared to the yield obtained from the extraction with the Clevenger apparatus. This result is in good agreement with reported data for the same extraction methods (Taraj et al. 2013, Ciko et al. 2016).

Table 1. Overall results for the extraction of essential oil of *L. officinalis*

Extraction apparatus	Amount of <i>L. officinalis</i>	Extraction solvent	Extraction time	Extraction Temperature	Yield of extract
Clevenger	10 g	Water	4 h	120°C	0.50%
Soxhlet	10 g	Hexane	4 h	80°C	2.54%
Soxhlet	10 g	Liquid CO <sub>2</sub>	8 h	40°C	4.34%

Figure 1 exhibits FTIR spectrum (representative spectrum) of the *L. officinalis* oil extract obtained with the hydro-distillation method (Clevenger type). The spectra of all extracts revealed very similar features. There is an agreement in the literature, the major compounds of *L. officinalis* oil are linalool (20 - 45%) and linalyl acetate (25 - 46%) (Imre et al. 2016, Dupuy et al. 2014, Samfira et al. 2015, Hui et al. 2010). Small amounts of 1,8-cineole and camphor are also present in the *L. officinalis* oil.

The most intense band in the IR spectrum of lavender oil is at  $\sim 1734\text{ cm}^{-1}$  and belongs to the C=O stretch of ester (linalool and linalyl acetate). This band ( $\sim 1734\text{ cm}^{-1}$ ) is combined with the band at  $\sim 1230\text{ cm}^{-1}$  originating from C-C-O stretching vibration of esters (linalool and linalyl acetate) (Smith 1999). These assignments are in excellent agreement with IR data reported for lavender oil (Imre et al. 2016, Dupuy et al. 2014, Samfira et al. 2015, Schulz et al. 2004, Schulz et al. 2005).

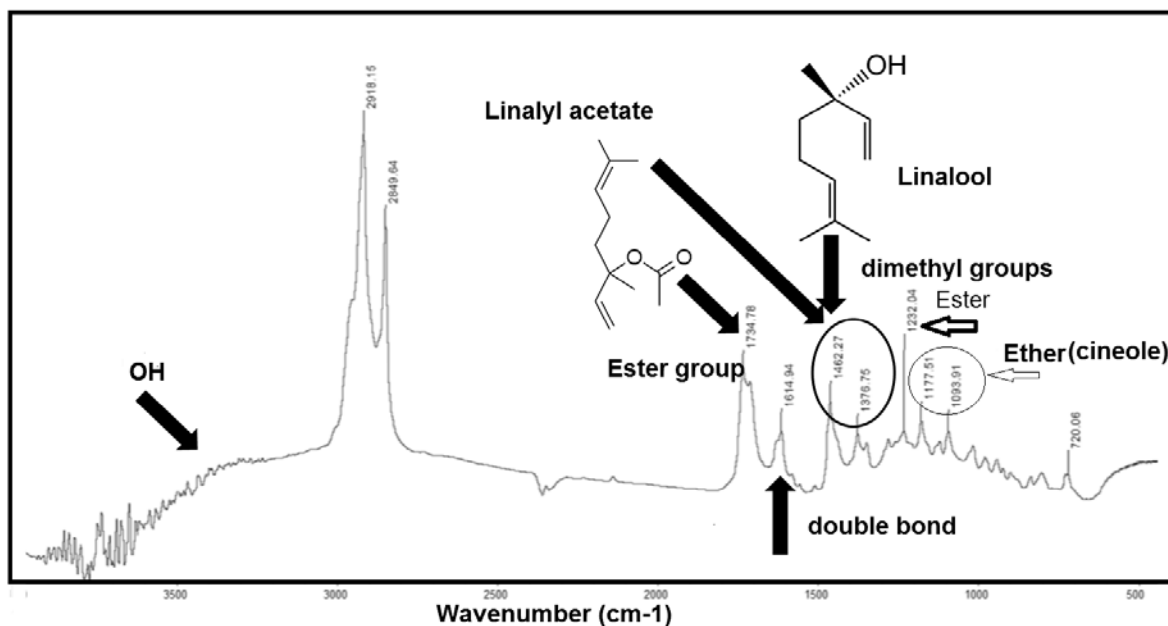


Figure 1. FTIR spectrum of *L. officinalis* essential oil obtained by a Clevenger type hydro-distillation. In the insert are indicated by arrows the main components identified in the FTIR spectrum

In the FTIR spectrum of *L. officinalis* oil appears two peaks positioned at  $\sim 1462\text{ cm}^{-1}$  and at  $\sim 1376\text{ cm}^{-1}$ . It is known that isopropyl and *gem*-dimethyl groups give rise to a split umbrella mode with two peaks in the IR spectrum positioned at  $\sim 1385$  to  $1365\text{ cm}^{-1}$  (Smith 1999). The splitting is caused by vibrational interaction between the umbrella modes of the two methyl groups. The split of the umbrella modes is of about equal intensity. Meanwhile, *t*-butyl and isopropyl groups also give rise to a split umbrella mode with two peaks positioned between  $\sim 1393$  to  $1366\text{ cm}^{-1}$  (Smith 1999). However, the approximate intensity ratio in this case is 1:2 (Smith 1999). Additionally, the band at  $\sim 1462\text{ cm}^{-1}$  can also indicate the presence of a CH<sub>3</sub>, a CH<sub>2</sub> or both groups; whereas CH<sub>3</sub> symmetric bend (umbrella mode) shows up at



1375±10 cm<sup>-1</sup> (Smith 1999). The chemical structures of linalool and linalyl acetate consists of isopropyl or isobutyl groups (dimethyl groups), therefore we assign the peaks at ~1462 cm<sup>-1</sup> and at ~1376 cm<sup>-1</sup> to linalool and linalyl acetate. These findings are in good agreement with IR data reported for oil extracts of *L. officinalis* (Imre et al. 2016, Dupuy et al. 2014, Samfira et al. 2015, Schulz et al. 2004, Schulz et al. 2005). The C=C stretches of linalool and linalyl acetate appear at ~1614 cm<sup>-1</sup> (Smith 1999, Imre et al. 2016, Dupuy et al. 2014, Samfira et al. 2015, Schulz et al. 2004, Schulz et al. 2005).

## Conclusions

The extracts from *L. officinalis* were obtained by means of Clevenger apparatus (hydro-distillation) and Soxhlet extractor using hexane and liquid CO<sub>2</sub> as solvents. The extraction with Clevenger apparatus gave rise to lower yield compared to the yield obtained with Soxhlet method extraction. IR spectrum of *L. officinalis* essential oil indicated presence of linalool and linalyl acetate as two major chemical constituents in the extract. To this end, the chemical composition of Albanian *L. officinalis* oil is similar to the chemical composition reported in the literature for lavender oil.

## References

- Kathe W., Honnef S., Heym A. (2003). Medicinal and Aromatic Plants in Albania, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Croatia and Romania, BFN (German Federal Agency for Nature Conservation), Bonn. <https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/skript91.pdf>
- Metaj M., (2007). Biodiversity and the protected areas systems in Albania, Biodiversity, Vol. 8: 3-10.
- Pieroni A., Quave C.L. (2014). Ethnobotany and biocultural diversities in the Balkans. Wild food and medicinal plants used in the mountainous Albanian north, north east and east: A comparison, ch. 10, pp 183-194, ISBN 978-1-4939-1491-3.
- Schmiderer C., Torres-Londoño P., Novak J. (2013). Proof of geographical origin of Albanian sage by essential oil analysis, Biochemical Systematics and Ecology, Vol. 51: 70-77.
- Ciko L., Andoni A., Ylli F., Plaku E, Taraj K., Çomo, A. (2016). Extraction of essential oil from Albanian *Salvia Officinalis* L. and its characterization by FTIR spectroscopy: A Soxhlet method extraction. Asian Journal of Chemistry, Vol. 28(6): 1401-1402.
- Taraj K., Delibashi A., Andoni A., Lazo P., Kokalari (Teli) E., Lame A., Xhaxhiu K., Çomo A. (2013). Extraction of chamomile essential oil by subcritical CO<sub>2</sub> and its analysis by UV-VIS spectrophotometer. Asian Journal of Chemistry, Vol. 25: 7361-7364.
- Imre S., Eşianu S., Miklos A., Tiuca I., Dicher I., Tero-Vescan A., Muntean D-L., Oprean R. (2016). Qualitative assay of essential oils of lavender and peppermint in commercial products through spectral and chromatographic methods, Farmacia, Vol. 64, 6: 857-862.
- Dupuy N., Gaydou V., Kister J. (2014). Quantitative Analysis of Lavender (*Lavandula angustifolia*) Essential Oil Using Multiblock Data from Infrared Spectroscopy, American Journal of Analytical Chemistry, Vol. 5: 633-645.
- Samfira I., Rodino S., Petrache P., Cristina R.T., Butu M., Butnariu M. (2015). Characterization and identity confirmation of essential oils by mid infrared absorption spectrophotometry. Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, Vol. 10(2): 557-566.
- Hui L., He L., Huan L., XiaoLan L., AiGuo Z. (2010). Chemical composition of lavender essential oil and its antioxidant activity and inhibition against rhinitis related bacteria, African Journal of Microbiology Research. Vol. 4(4): 309-313.
- Smith B., Infrared spectral interpretation: A systematik approach (1999). CRC Press LLC.
- Schulz H., Baranska M., Belz H-H., Rösch P., Strehle M.A., Popp J. (2004). Chemotaxonomic characterisation of essential oil plants by vibrational spectroscopy measurements, Vibrational Spectroscopy, Vol. 35: 81-86.
- Schulz H., Özkan G., Baranska M., Krüger H., Özcan M. (2005). Characterisation of essential oil plants from Turkey by IR and Raman spectroscopy, Vibrational Spectroscopy, Vol. 39: 249-256.

## Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na klijavost i energiju klijanja krastavca

Tomislav Vinković, Nada Parađiković, Monika Tkalec, Antonija Lošonski, Krunoslav Zmaić

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (tvinkovic@pfos.hr)*

### Sažetak

Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na klijavost i energiju klijanja te masu i visinu klijanaca krastavca. Istraživanje je provedeno u laboratoriju za Povrčarstvo, cvjećarstvo, ljekovito i začinsko bilje Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. U istraživanju je korišteno sjeme dva hibrida krastavca Joker F1 i Zita F1 koje su istovremeno postavljene na naklijavanje u komoru pod dva različita osvjetljenja (LED i FLUO). Utvrđen je značajan utjecaj tipa osvjetljenja na visinu klijanaca oba ispitivana hibrida. Značajno veća visina je izmjerena kod klijanaca koji su bili naklijavani pod FLUO osvjetljenjem. Kod ostalih ispitivanih parametara nije utvrđen značajan utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja.

**Ključne riječi:** krastavac, LED svjetla, FLUO svjetla, klijavost, energija klijanja

### Uvod

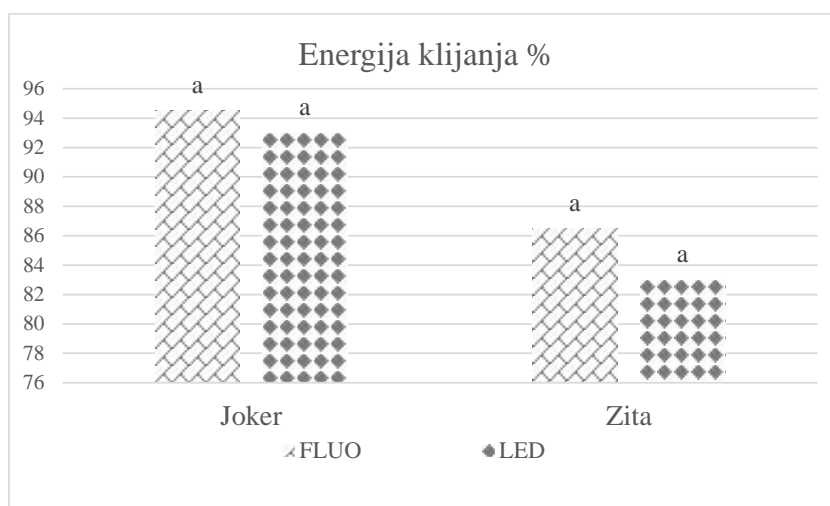
Krastavac (*Cucumis sativus* L.) je jednogodišnja zeljasta biljka koja pripada porodici tikvenjača (*Cucurbitaceae*) te obuhvaća više od 900 vrsta. Za prehranu ljudi koriste se mladi plodovi čije se sjeme nalazi u početnoj fazi razvoja. U svijetu se krastavac uzgaja na površini od 2.200.000 ha s godišnjom proizvodnjom oko 35.000.000 kg plodova. Prema podacima statističkog ljetopisa od 2011. do 2015. godine najveća ukupna proizvodnja krastavaca u Hrvatskoj ostvarena je 2013. godine kada je proizvedeno 12076 tona krastavaca, a najmanja proizvodnja u 2012. godini kada je proizvedeno 6714 tone. Iako krastavac pripada u skupinu biljaka kratkog dana, za dobar razvoj i plodonošenje, zahtjeva intenzitet svjetlosti od 6.000 do 15.000 lx. Količinu, kvalitetu i smjer svjetlosti biljka usvaja različitim fotosustavima koji reguliraju njezin razvoj i održavaju učinkovitost fotosinteze (Hangarter, 1997.). Različiti fotokemijski sustavi biljkama mogu omogućiti promjene u trajanju, smjeru i kvaliteti svjetla. Aktivacijom svjetlosti utječemo na razne fiziološke procese u biljkama kao što su fotoperiodizam, smanjenje dormantnosti, cvatnju i dr. (Ologundudu i sur., 2013.). Za proizvodnju presadnica koje se uzgajaju uglavnom u zaštićenim prostorima, bitno je održavati optimalnu temperaturu i svjetlost kako ne bi došlo do njihovog izduživanja što u konačnici rezultira komercijalno neupotrebljivim presadnicama loše kvalitete. U novije vrijeme u zaštićenim prostorima koriste se osim standardnih FLUO lampi sve češće i LED lampe s diodama različitih valnih duljina. U glavne prednosti LED lampi, u odnosu na ostale vrste osvjetljenja, ubrajamo mogućnost upravljanja valnim duljinama te postizanje vrlo visoke razine osvjetljenja s niskom radijacijom zračenja (Morrow, 2008.). U dosadašnjim istraživanjima utvrđena su bolja morfološka svojstva krastavaca uzgajanih pod LED osvjetljenjem što je rezultiralo većim habitusom biljke krastavaca uključujući i suhu masu stabljike i listova (Brazaityte i sur., 2009.). Bula i sur. (1991.) navode kako su za uzgoj, rast i razvoj salate LED lampe jednako pogodne kao i fluorescentne lampe. Cilj ovog rada bio je odrediti klijavost i energiju klijanja sjemena krastavaca salatara i kornišona pod utjecajem FLUO i LED svjetala.

## Materijal i metode

Istraživanje je provedeno 2017. godine u Laboratoriju za povrćarstvo, cvjećarstvo, ljekovito i začinsko bilje Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. U istraživanju je korišteno sjeme dva različita hibrida krastavaca. Hibrid Joker F1 u tipu krastavca salatara te hibrid Zita F1 u tipu krastavca kornišona. Po 50 sjemenki svakog hibrida postavljene su na naklijavanje u Petrijeve zdjelice u četiri ponavljanja (1 Petrijeva zdjelica = 1 ponavljanje) pod dva različita osvjetljenja (FLUO i LED). LED lampe emitirale su plavo (440-460 nm) i crveno osvjetljenje (650-670 nm) u omjeru 3:1. Temperatura u komori tijekom ispitivanja klijavosti bila je konstantna te je iznosila  $25 \pm 1$  °C. Tijekom istraživanja po potrebi je dodana voda kako ne bi došlo do isušivanja filter papira te propadanja klijanaca. Kako bi se utvrdio utjecaj različitog osvjetljenja, treći dan nakon postavljanja pokusa određena je energija klijanja, dok su po završetku pokusa (osmi dan) određeni klijavost te visina i masa deset prosječnih klijanaca krastavca iz svake Petrijeve zdjelice. Masa klijanaca utvrđena je na analitičkoj laboratorijskoj vagi (0,001 g) (Kern & Sohn). Dobiveni rezultati statistički su obrađeni analizom varijance pomoću statističkog paketa SAS 9.3 ( $p < 0,05$ , Fisher test).

## Rezultati i rasprava

Statističkom obradom podataka utvrđeno je da ispitivani parametar energije klijanja kod oba hibrida krastavaca nije bio pod utjecajem različitog osvjetljenja (Grafikon 1.).



Grafikon 1. Energija klijanja ispitivanih hibrida krastavca pod utjecajem različitog osvjetljenja

Prosječna energija klijanja hibrida Joker na oba osvjetljenja iznosila je 93,75%, dok je kod hibrida Zita iznosila 84,75%. Nadalje, ni kod ispitivanog parametra klijavosti nije utvrđen statistički značajan utjecaj različitog osvjetljenja kod oba hibrida (Grafikon 2.). Najveća klijavost zabilježena je kod hibrida Joker naklijavanog pod LED osvjetljenjem i iznosila je 98,5%. Suprotno, kod hibrida Zita na LED osvjetljenju zabilježena je najniža klijavost i iznosila je 87%. U istraživanju Barnes (2007.) navodi kako polipropilenske folije kao filter za izvor plave svjetlosti utjecale na veće vrijednosti energije klijanja i klijavosti kod vrste *Delphinium Magic Fountains Dwarf Strains*. Negativan utjecaj LED osvjetljenja navode Ryu i sur. (2012.) koji su zabilježili niže vrijednosti klijavosti maslačka (*Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg.) pri ovom osvjetljenju u odnosu na FLUO osvjetljenje.



Grafikon 2. Klijavost ispitivanih hibrida krastavca pod utjecajem različitog osvjetljenja

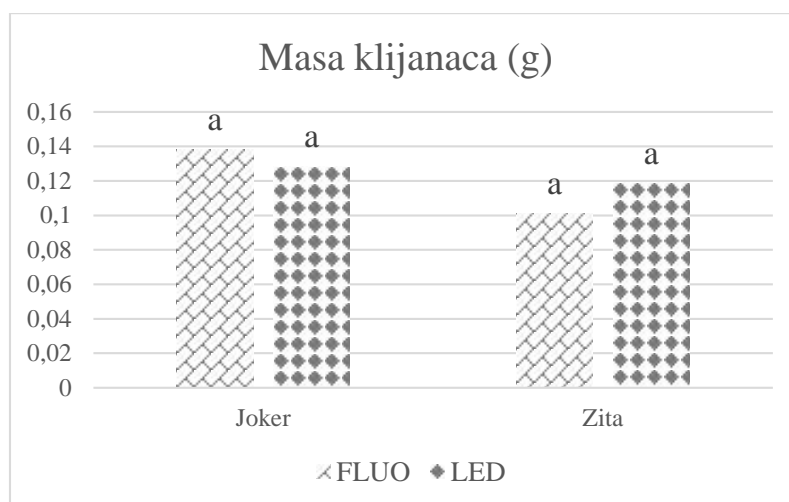
Značajno veća visina klijanaca utvrđena je kod oba ispitivana hibrida krastavaca na FLUO osvjetljenju. Utvrđena visina klijanaca krastavaca hibrida Joker na FLUO osvjetljenju bila je za 25,9%, a kod hibrida Zita za 28,55% veća u odnosu na LED osvjetljenje (Grafikon 3.). Nadalje, ispitivani parametar mase klijanaca kod oba hibrida krastavaca nije bio pod značajnim utjecajem različitog osvjetljenja. Utvrđene vrijednosti mase klijanaca hibrida Joker u prosjeku na oba osvjetljenja iznose 0,133 g, a hibrida Zita 0,11 g (Grafikon 4.). Ako uzmemo u obzir odnos ispitivanih parametara visine klijanaca s masom klijanaca kod oba hibrida krastavaca, vidljivo je da je kod FLUO osvjetljenja došlo do etiolacije klijanaca. Naime, utvrđene vrijednosti odnosa visine klijanaca s masom klijanaca kod hibrida Joker na FLUO osvjetljenju iznosi 13,46, a na LED osvjetljenju 10,75. Nadalje, kod hibrida Zita utvrđeni odnos visine klijanaca s masom klijanaca iznosi 17,06 na FLUO osvjetljenju te 10,36 na LED osvjetljenju (Tablica 1.)



Grafikon 3. Visina klijanaca ispitivanih hibrida krastavca pod utjecajem različitog osvjetljenja

Tablica 1. Odnos visine i mase klijanaca ispitivanih hibrida krastavaca Joker i Zita

	Joker	Zita
FLUO	13,46	17,06
LED	10,75	10,36



Grafikon 4. Masa klijanaca ispitivanih hibrida krastavca pod utjecajem različitog osvjetljenja

Pozitivan utjecaj LED osvjetljenja najbolje se očituje kod klijanaca krastavca hibrida Zita gdje je utvrđeni odnos visina/masa klijanaca na LED osvjetljenju kod oba hibrida bio približno jednak, a kod FLUO osvjetljenja kod hibrida Zita puno veći. Odnosno, utvrđena je veća masa klijanaca naklijavanih pod LED osvjetljenjem iako su isti imali značajno manju visinu u odnosu na klijance pod FLUO osvjetljenjem. Brojna istraživanja potvrđuju pozitivan utjecaj LED osvjetljenja na visinu klijanaca različitih biljnih vrsta. U istraživanju Novičkova i sur. (2012.) dodatak plavog LED osvjetljenja ( $15 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) utjecao je na smanjenje elongacije hipokotila krastavca. Johkan i sur. (2010.) navode kompaktan rast presadnica crvene salate (*Lactuca sativa* L. cv. Banchu Red Fire) te povećanje mase za 25 % nakon presađivanja kod biljaka uzgajanih pod LED osvjetljenje u odnosu na one uzgajane pod FLUO osvjetljenjem. Nadalje, Nanya i sur. (2012.) navode kako emitiranje plavog LED svjetla od  $75 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  te omjera plavog i crvenog svjetla  $<1.0$  smanjuju pojavu izduživanja stabljike kod rajčice. Također, utvrđen je pozitivan učinak LED osvjetljenja na masu ploda i ukupan prinos (Vinković i sur., 2016.) te poticanje osmotske prilagodbe, turgorskog potencijala i simplazmatske vode (Xu i sur., 2012.).

### Zaključak

Rezultati ovog istraživanja upućuju na nešto lošiju klijavost hibrida Zita F1 u odnosu na Joker F1 neovisno o osvjetljenju. Također, tip osvjetljenja nije značajno utjecao na ispitivane parametre klijavosti, energije klijanja te mase klijanaca. Međutim, značajno veće visine klijanaca na FLUO osvjetljenju upućuju na izduživanje klijanaca pod tim osvjetljenjem posebice kada uzmemo u obzir da se mase klijanaca na oba osvjetljenja nisu razlikovale. Veće razlike u odnosu visina/masa klijanaca zabilježene kod hibrida Zita F1 pa možemo zaključiti kako je taj tip krastavca osjetljiviji na vrstu osvjetljenja te mu pogoduje više LED osvjetljenje barem u početnoj fazi razvoja klijanaca.

### Literatura

- Barnes, H.W. (2007.). Effects of Colored Light on Seed Germination. Combined Proceedings International Plant Propagators' Society. 57: 364-370.
- Brazaityte, A., Duchovskis, P., Urbanovičiute, A., Samouliene, G., Jankauskiene, J., Sakalauskaite, J., Šabajeviene, G., Sirtautas, R., Novičkovas, A. (2009.). The effect of light-emitting diodes lighting on cucumber transplants and after-effect on yield. Zemdirbyste-Agriculture. 96(3): 102-118.

- Bula, R.J., Morrow R.C., Tibbitts T.W., Barta D.J., Ignatius R.W., Martin T.S. (1991.). Light emitting diodes as a radiation source for plants. *HortScience*. 26: 203–205.
- Hangarter, R.P. (1997.). Gravity, light and plant form. *Plant, cell and environment*. 20:796-800.
- Johkan, M., Shoji, K., Goto, F., Hashida, S., Yoshihara, T. (2010). Blue Light-emitting Diode Light Irradiation of Seedlings Improves Seedling Quality and Growth after Transplanting in Red Leaf Lettuce. *HortScience*. 45(12): 1809-1814.
- Morrow, R.C. (2008.). LED lighting in horticulture. *HortScience*. 43: 1947–1950.
- Nanya, K., Ishigami, Y., Hikosaka, S., Goto, E. (2012). Effects of blue and red light on stem elongation and flowering of tomato seedlings. *ISHS Acta Horticulturae* 956: VII International Symposium on Light in Horticultural Systems. Hemming, S., Heuvelink E. (ed.), Wageningen, Netherlands: ISHS.
- Novičkova, A., Brazaitytė, A., Duchovskis, P., Jankauskienė, J., Samuolienė, G., Virsilė, A., Sirtautas, R., Bliznikas, Z., Zukauskas, A. (2012.). Solid-state lamps (LEDs) for the short-wavelength supplementary lighting in greenhouses: experimental results with cucumber. *ISHS Acta Horticulturae* 927: XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010). Castilla, N., van Kooten, O., Sase, S., Meneses, J.F., Schnitzler, W.H., van Os, E. (ed.), Lisbon, Portugal: ISHS.
- Ologundudu, A.F., Adelusi, A.A., Adekoya, K.P. (2013.). Effect of Light Stress on Germination and Growth Parametres of *Corchorus olitorius*, *Celosia argentea*, *Amaranthus cruentus*, *Abelmoschus esculentus* and *Delonix regia*. *Notulae Scientia Biologicae*. 5(4): 468-475. DOI: 10.15835/nsb549183
- Ryu, J.H., Seo, K.S., Choi, G.L., Rha, E.S., Lee, S.C., Choi S.K., Kang, S.Y., Bae, C.H. (2012.). Effects of LED Light Illumination on Germination, Growth and Anthocyanin Content of Dandelion (*Taraxacum officinale*). *Korean Journal of Plant Research* 25(6): 731-738.
- Vinković, T., Parađiković, N., Tkalec, M., Lisjak, M., Teklić, T., Zmaić, K., Vidaković, M. (2016). Utjecaj led osvjetljenja na prinos i parametre rasta rajčice. *Poljoprivreda*, 22(1): 3-9. DOI: 10.18047/poljo.22.1.1
- Xu, H., Xu, Q., Li, F., Feng, Y., Qin, F., Fange, W. (2012). Applications of xerophytophysiology in plant production—LED blue light as a stimulus improved the tomato crop. *Scientia Horticulturae*. 148(4): 190-1996.

## **Influence of different type of artificial lighting on cucumber seed germination**

### **Abstract**

The aim of this study was to determine the influence of LED and FLUO lamps on the germination, germinating energy, mass and height of cucumber seedlings. The research was conducted in a laboratory for Vegetable, Flowers, Medicinal plants and Herbs at the Faculty of agriculture in Osijek. Seeds of two cucumbers varieties (Joker F1 and Zita F1) were simultaneously placed in the growth chamber under influence of two different light (LED and FLUO). The seedling height of the both investigated cucumbers were under significant influence of the light type. Significantly higher seedlings were determined on the FLUO light. There was no determined influence of different lighting on other investigated parameters.

**Key words:** cucumber, LED light, fluorescent light, germination, germination energy



**Ratarstvo**

**05**

**Field Crop  
Production**





## Utjecaj roka vađenja na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe u 2013. godini

Sanja Bilić, Manda Antunović, Ivana Varga

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska (ivana.varga@pfos.hr)*

### Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj dva roka vađenja (3. i 23. listopada) na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe u 2013. godini. U pokusu je ostvaren prosječan prinos korijena 42,8 t ha<sup>-1</sup> i prosječan sadržaj šećera u korijenu 12,68%. Utjecaj roka vađenja na prinos korijena nije bio statistički značajan, ali je utvrđen značajan utjecaj roka vađenja na kvalitetu korijena. Produženjem vegetacije u listopadu za 20 dana, sadržaj šećera u korijenu je porastao za 1,70% (s 11,83% na 13,53%), što je uz veće iskorištenje šećera na repu rezultiralo povećanjem prinosa kristalnog šećera za 10 kg ha<sup>-1</sup> po danu.

**Ključne riječi:** šećerna repa, rok vađenja, prinos, kvaliteta

### Uvod

U Republici Hrvatskoj je 2013. godina bila specifična za proizvodnju šećerne repe zbog vremenskih uvjeta koji su odgodili rokove sjetve i do mjesec dana u odnosu na optimalne rokove našega podneblja, a pred kraj vegetacije u rujnu pala je iznadprosječno velika količina oborina (129 mm). Te godine šećerna repa je u Hrvatskoj zasijana na 20 245 ha, pri čemu je prosječan prinos korijena iznosio 51,9 t ha<sup>-1</sup> (Statistički ljetopis Republike Hrvatske, 2014.), a sadržaj šećera u korijenu 15,42% (Kristek i sur., 2015.).

Šećerna repa ima dužinu vegetacije od 150 do 200 dana (Rüdelshheim i Smets, 2012.; Pospišil, 2013.), a kraća ili duža vegetacija može značajno utjecati na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe. Prema Webster i sur. (2016.) duža vegetacija šećerne repe daje veći prinos korijena i šećera po jedinici površine. Hoffman i Kluge-Severin (2011.) navode kako dužina vegetacije ima vrlo značajan utjecaj na formiranje prinosa šećerne repe te kako je jedan od problema sjetve izvan optimalnih rokova nerazvijenost lisne rozete i manja akumulacija suhe tvari u periodu najveće sunčeve radijacije.

Petkeviciene (2009.) navodi da su kasnijom sjetvom šećerne repe gubitci prinosa korijena oko 300 kg ha<sup>-1</sup> po danu i prinosa šećera oko 50 kg ha<sup>-1</sup> po danu, dok Kristek i sur. (1988.) navode da odlaganjem sjetve gubitak prinosa korijena može biti i 400 – 500 kg ha<sup>-1</sup> po danu, a prinosa šećera 70 kg ha<sup>-1</sup> po danu. Carter i sur. (1985.) daju prednost ranijim rokovima vađenja najvećim dijelom zbog povoljnijih vremenskih uvjeta, ali istovremeno naglašavaju da je prinos šećera smanjen. Eckoff (1999.) ističe značaj gnojidbe dušikom te navodi da prinos i kvaliteta korijena mogu biti smanjeni odgađanjem vađenja ukoliko je veća ponuda dušika u jesenskom dijelu vegetacije. Lauer (1997.) navodi da je odgađanjem vađenja za 30 dana postignut isti prinos šećera kao i odgađanjem roka sjetve za 18 dana.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj dva roka vađenja na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe sijane 15. travnja 2013. godine.

## Materijal i metode

Pokus je izveden u Baranji (općina Čeminac) na obrtu za poljoprivredu, trgovinu i transport „Pranjić Promet d.o.o.“. Predusjev šećernoj repi bio je ječam. Temeljem analize tla, utvrđen  $\text{pH}_{(\text{KCl})}$  je iznosio 6,65 te je tlo imalo 1,99 % organske tvari. EUF analizom tla utvrđeno je 2,49 mg 100 g<sup>-1</sup> tla organskog i 1,27 mg 100 g<sup>-1</sup> tla nitratnog dušika, 5,38 mg 100 g<sup>-1</sup> tla fosfora i 5,22 mg 100 g<sup>-1</sup> tla kalija. Prema analizi tla utvrđena je osrednja pogodnost za proizvodnju šećerne repe te je prema preporuci provedena mineralna gnojidba. Sjetva je obavljena 15. travnja 2013. godine (hibrid Antek, Strube GmbH & Co. KG.) pomoću šesteroredne sijačice na dužinu od 30 metara s međurednim razmakom od 50 cm, razmakom u redu 15,5 cm i dubinom sjetve 3 cm.

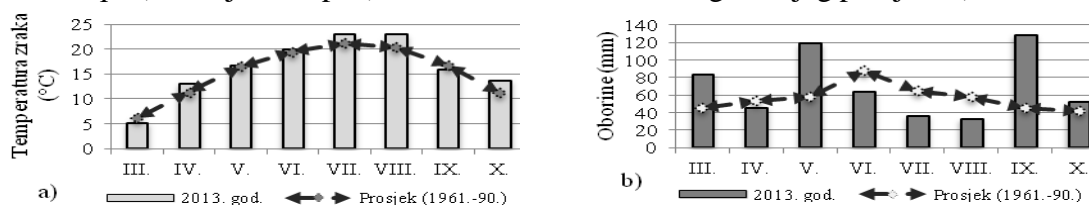
Zaštita protiv korova, repine pipe (*Bothynoderes punctiventris* Germ) i pjegavosti lista (*Cercospora beticola* Sacc.) je provedena pravovremeno.

Vađenje šećerne repe je obavljeno ručno. Prvi rok vađenja bio je 3. listopada 2013. godine, a drugi 23. listopada 2013. godine. Korijen šećerne repe vađen je s 10 metara dužine reda (5 m<sup>2</sup>) u 3 ponavljanja. Nakon čišćenja, odsijecanja glava i vaganja, uzorci korijena su analizirani u laboratoriju.

Statistička analiza podataka provedena je u programu SAS 9.4 (SAS Version 9.4 for Windows, SAS Institute Inc., Cary, USA).

## Rezultati i rasprava

Prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda (2015.), na području Osijeka (oko 15 km zračne udaljenosti od Čeminca) je srednja mjesečna temperatura zraka u vegetaciji šećerne repe (travanj – listopad) bila za 1,3 °C viša od višegodišnjeg prosjeka (Grafikon 1.a).



Grafikon 1. Vremenske prilike u 2013. godini: a) srednje mjesečne temperature zraka (°C) i b) količine oborina (mm) za Osijek (Državni hidrometeorološki zavod, 2015.)

Od siječnja do ožujka 2013. godine je na području Osijeka palo ukupno 231,2 mm oborina, odnosno 76% više od višegodišnjeg prosjeka (1961.-90.). Kišno razdoblje produženo je i u prvu dekadu travnja (33,7 mm) te je bilo nemoguće obaviti sjetvu, iako je temperatura zraka u prvoj dekadi travnja (6,3 °C) bila povoljna za sjetvu šećerne repe.

Stoga je rok sjetve šećerne repe 2013. godine pomaknut u drugu polovinu travnja. Ipak, povoljne srednje mjesečne temperature zraka u travnju (13,1 °C), uz dovoljno vlage u sjetvenom sloju, pogodovale su bržem nicanju šećerne repe. Veće količine oborina (Grafikon 1.b) pale su u svibnju (118,8 mm), što nije bilo povoljno za ukorijenjavanje. Najkišovitiiji mjesec u godini je bio rujna (129 mm), a takvi vremenski uvjeti su usporili nakupljanje šećera u korijen. Općenito je ukupna količina oborina u vegetaciji šećerne repe (travanj – listopad) bila oko 15% viša od višegodišnjeg prosjeka (409,7 mm), uz nepovoljan raspored tijekom vegetacije.

Tablica 1. Prinos korijena ( $t\ ha^{-1}$ ), sadržaj šećera (%), prinos biološkog i tehnološkog šećera ( $t\ ha^{-1}$ ) te sadržaj melasotvornih tvari (K, Na i  $\alpha$ -amino N) ovisno o roku vađenja šećerne repe u 2013. godini.

Rok vađenja	Prinos korijena ( $t\ ha^{-1}$ )	Sadržaj šećera u korijenu (%)	K	Na	$\alpha$ -amino N	I/R (%)	I/100 °S (%)	TPŠ ( $t\ ha^{-1}$ )
			(mmol/100 g R)					
3. listopada	45,2	11,83	5,40	0,68	2,69	9,37	79,25	4,24
23. listopada	40,5	13,53	5,47	0,53	3,20	10,96	81,02	4,44
LSD 0,05	<i>ns</i>	0,63	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,64	<i>ns</i>	<i>ns</i>
LSD 0,01	<i>ns</i>	1,04	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	1,06	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<b>Prosjeck</b>	<b>42,8</b>	<b>12,68</b>	<b>5,43</b>	<b>0,61</b>	<b>2,94</b>	<b>10,17</b>	<b>80,14</b>	<b>4,34</b>

I/R - Iskorištenje šećera na repu (%); I/100 °S - iskorištenje šećera na digestiju; TPŠ – tehnološki prinos kristalnog šećera pri preradi ( $t\ ha^{-1}$ )

Tablica 2. Pregled rezultata o utjecaju dužine vegetacije na prinos korijena ( $t\ ha^{-1}$ ) sadržaj šećera (%) i tehnološki prinos kristalnog šećera ( $t\ ha^{-1}$ ).

Referenca	Godina istraživanja	Rok vađenja	Dužina vegetacije (dani)	Prinos korijena ( $t\ ha^{-1}$ )	Sadržaj šećera u korijenu (%)	Tehnološki prinos kristalnog šećera ( $t\ ha^{-1}$ )
Kristek i sur., 1988. Hrvatska	1985. <sup>1)</sup>	16. rujna	157	57,7	15,64	6,98
		4. listopada	175	59,0	18,99	7,92
		28. listopada	200	61,6	18,16	8,61
	1986. <sup>2)</sup>	19. rujna	159	52,7	14,96	7,02
		7. listopada	177	52,9	17,38	8,99
		27. listopada	197	65,1	17,21	10,48
Kristek i sur., 2007. Hrvatska	2006.	rujan	158 <sup>3)</sup>	86,0	16,08	12,08
		listopad	192 <sup>4)</sup>	95,7	16,87	14,25
O'Donovan, 2002. Irska	1998. <sup>5)</sup>	21. listopada	180	58,3	17,24	10,05
		4. studenoga	194	61,4	17,26	10,55
		18. studenoga	208	62,8	17,78	11,16
Jozefyová i sur., 2003. Češka	1998.	22. rujna	165	62,7	15,97	8,73
		21. listopada	194	68,7	16,74	9,99
	1999.	22. rujna	181	53,0	18,52	8,85
		18. listopada	207	66,1	18,36	10,92
	2000.	25. rujna	167	54,6	20,11	9,95
		23. listopada	195	67,5	18,43	11,17
2001.	2. listopada	165	63,6	16,93	9,45	
	26. listopada	189	73,5	17,06	11,16	
Bu i sur., 2016., SAD	2013.	27. kolovoza	136	48,5	-	7,43
		17. rujna	157	65,1	-	9,23
		1. listopada	171	70,7	-	11,11
Bruyn, 2017., Kanada	2014.	rujan	118 <sup>6)</sup>	70,1	14,9	7,58
		listopad	162 <sup>7)</sup>	87,4	17,6	11,50
2015. <sup>8)</sup>	15. rujna	138	59,9	19,7	8,49	
	26. listopada	179	77,2	19,6	11,20	

<sup>1)</sup> prosjek tri roka sjetve (2., 9. i 22. travnja 1985. godine); <sup>2)</sup> prosjek tri roka sjetve (3., 9. i 24. travnja 1986. godine); <sup>3)</sup> prosjek dva roka vađenja (13. i 14. rujna 2006. godine); <sup>4)</sup> prosjek dva roka vađenja (18. i 19. listopada 2006. godine); <sup>5)</sup> prosjek tri roka sjetve (17., 24. travnja i 2. svibnja 1998. godine); <sup>6)</sup> prosjek dva roka sjetve (12. i 27. svibnja 2014. godine) i dva roka vađenja (10. i 16. rujna 2014. godine); <sup>7)</sup> prosjek dva roka sjetve (12. i 27. svibnja 2014. godine) i dva roka vađenja (27. i 28. listopada 2014. godine); <sup>8)</sup> prosjek dva roka sjetve (29. travnja i 1. svibnja 2015. godine).

Vađenje šećerne repe u Baranji obično počinje u prvoj dekadi rujna, ali zbog kasnijih rokova sjetve u 2013. godini, vađenje je započelo u drugoj dekadi listopada. U ovom istraživanju prosječan prinos korijena iznosio je  $42,8\ t\ ha^{-1}$ , sadržaj šećera u korijenu  $12,68\%$  i prinos kristalnog šećera  $4,34\ t\ ha^{-1}$  (Tablica 1.). Iako razlike nisu bile statistički značajne, gubitak

prinos korijena odgađanjem roka vađenja u 2013. godini iznosio je 235 kg ha<sup>-1</sup> dnevno, odnosno 4,7 t ha<sup>-1</sup> za 20 dana. Suprotno, odgađanjem roka vađenja, sadržaj šećera u korijenu je porastao za 0,09 % po danu. Premda rok vađenja nije imao statistički značajan utjecaj na tehnološki prinos šećera, odnosno dobivenog kristalnog šećera pri preradi, produljenjem vegetacije za 20 dana prinos kristalnog šećera je porastao za 200 kg ha<sup>-1</sup>, odnosno 10 kg ha<sup>-1</sup> dnevno.

Prema istraživanjima drugih autora u Hrvatskoj i u svijetu (Tablica 2.) odgađanje rokova vađenja je imalo pozitivan utjecaj na prinos i kvalitetu korijena, a ujedno i prinos šećera. Eckoff (1999.) te Bu i sur. (2016.) naglašavaju da odgađanje vađenja ima pozitivan utjecaj na prinos jedino ukoliko je lisna masa očuvana. Osim roka vađenja, dužina vegetacije određena je rokom sjetve u proljeće. Kristek i sur. (2007.) ističu kako šećernoj repi treba osigurati 180 dana vegetacije što se može postići ranijom sjetvom sredinom ožujka ili produljenjem roka vađenja u drugu polovinu listopada. Lauer (1997.) je u utvrdio vrlo značajan ( $p < 0,01$ ) utjecaj roka sjetve i roka vađenja na prinos i sadržaj šećera u korijenu, pri čemu je veći prinos korijena utvrđen u kasnijim rokovima vađenja u listopadu u odnosu na ranije rokove u rujnu. Autor ističe kako je kod dužine vegetacije od 160 do 175 dana prinos korijena bio između 53 i 60 t ha<sup>-1</sup>, sadržaj šećera oko 18 i 19 %, dok je prinos čistog šećera bio oko 9,5 do 11,3 t ha<sup>-1</sup>. Öztürk i sur. (2008.) navode kako je u istom roku vađenja (1. studeni) najviši prinos korijena (52,53 t ha<sup>-1</sup>), dobiven ranijom sjetvom (5. travnja), dok je najviši sadržaj šećera u korijenu (17,4%) dobiven kod biljaka kasnije sjetve (3. svibnja).

### Zaključak

Na području Republike Hrvatske u 2013. godini sjetva šećerne repe je zbog velikih količina oborina u ožujku i prvoj dekadi travnja pomaknuta u drugu polovinu travnja, što je oko mjesec dana nakon optimalnih rokova za naše podneblje. Prema rezultatima ovog istraživanja, produljenjem vegetacije u vrijeme vađenja za 20 dana, sadržaj šećera u korijenu povećan je za 1,70%.

### Napomena

Istraživanje je provedeno u sklopu diplomskog rada studentice Sanje Bilić pod mentorstvom prof. dr. sc. Mande Antunović.

### Literatura

- Bruyn, A.H. (2017). Plant density, harvest date, and fertilizer impact on sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) root and sucrose yield, N dynamics, and profit margins. A Thesis for Masters degree. The University of Guelph, Ontario, Canada. [https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/10191/DeBruyn\\_Amanda\\_201701\\_MSc.pdf?sequence=3](https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/10191/DeBruyn_Amanda_201701_MSc.pdf?sequence=3) (pristupljeno 10.22.2017.)
- Bu, H., Sharma, L.K., Denton, A., Franzen D.W. (2016). Sugar beet yield and quality prediction at multiple harvest dates using active-optical sensors. *Agron. J.* 108: 273–284. [https://www.ndsu.edu/fileadmin/soils/pdfs/aj-0-0-agronj2015.0268\\_\\_1\\_.pdf](https://www.ndsu.edu/fileadmin/soils/pdfs/aj-0-0-agronj2015.0268__1_.pdf) (pristupljeno 11. 10. 2017.)
- Carter, J.N., Kemper, W.D., Traveller, D.J. (1985). Yield and quality as affected by early and late fall and spring harvest sugarbeets. *Journal of the A.S.S.B.T.*, 23: 8-27.
- Eckoff, J.L.A. (1999). Sugarbeet response to nitrogen at four harvest dates. *Journal of Sugar Beet Research*, 36 (4): 33-45.
- Državni hidrometeorološki zavod, 2015. <http://meteo.hr/> (pristupljeno 21. 6. 2015.).
- Jozefyová, L., Pulkrábek, J., Urban J. (2003). The influence of harvest date and crop treatment on the production of two different sugar beet variety types. *Plant soil environ.*, 49 (11): 492-498.
- Hoffmann, C.M., Kluge-Severin, S. (2011). Growth analysis of autumn and spring sown sugar beet. *European journal of agronomy*, 34: 1-9.

- Kristek, A., Vujević, M., Magud, Z. (1988). Utjecaj dužine vegetacije na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe. *Agronomski glasnik* 2/3, 19-30.
- Kristek, A., Kristek, S., Glavaš-Tokić, R., Antunović, M. (2007). Prinos i kvaliteta korijena šećerne repe ovisno o roku vađenja i izboru sorte. *Poljoprivreda/Agriculture* 13(2): 15-22.
- Kristek, A., Varga, I., Barišić, A. (2015). Kasniji rokovi sjetve u proizvodnji šećerne repe 2013. godine. Proceedings and abstracts 8<sup>th</sup> international scientific/professional conference Agriculture in nature and environment protection. Baban, M., Rašić, S. (ur.), 115-120. Osijek, Republika Hrvatska: Glas Slavonije d.d.
- Lauer, J.G. (1997). Sugar beet performance and interactions with planting date, genotype, and harvest date. *Agron. J.*, 89: 469-475.
- O'Donovan, T.M. (2002). The Effects of Seed Treatment, Sowing date, Cultivar and Harvest date on the Yield and Quality of Sugar Beet. Master's thesis. University College Dublin, Irska <http://t-stor.teagasc.ie/bitstream/11019/311/1/Thesis%20TO%27Donovan.pdf> (pristupljeno 27. 11. 2017.).
- Öztürk, Ö., Topal, A., Akinerdem, F., Akgün, N. (2008). Effects of sowing and harvesting dates on yield and some quality characteristics of crops in sugar beet/cereal rotation system. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88 (1): 141-150.
- Petkeviciene, B. (2009). The effect of climate factors on sugar beet early sowing timing. *Agronomy Research* 7(Special issue I), 436-443.
- Pospišil, M. (2013). Ratarstvo II. dio - industrijsko bilje. Zrinski d.d., Čakovec.
- Rüdelshiem, L.J., Smets, G. (2012). Baseline information on agricultural practices in the EU Sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Perseus. Belgija. p. 30-31.
- SAS 9.4, SAS Institute Inc., Cary, USA
- Statistički ljetopis Republike Hrvatske (2014). Državni zavod za statistiku. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/ljetopis/2014/sljh2014.pdf](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2014/sljh2014.pdf) (pristupljeno 21. 11. 2017.).
- Webster, T.M., Grey, T.L., Scully, B.T., Carroll Johnson III, W., Davis, R.F., Brenneman, T.B. (2016). Yield potential of spring-harvested sugar beet (*Beta vulgaris*) depends on autumn planting time. *Industrial Crops and Products*, 83: 55-60.

## Effects of harvesting dates on yield and quality of sugar beet in 2013

### Abstract

The aim of this study was to analyse the influence of two harvest dates (3<sup>rd</sup> and 23<sup>rd</sup> October) on the yield and quality of sugar beet in 2013. The average root yield was 42.8 t ha<sup>-1</sup> with sugar content of 12.68%. Harvest date did not have significant influence on root yield, but significance was determined for root quality. Delaying harvest date for 20 days in October, sugar content in the root increase for 1.70% (form 11.83% to 13.53%) and higher extractable sugar resulted with 10 kg ha<sup>-1</sup> daily white sugar yield increment.

**Key words:** sugar beet, harvest date, yield, quality

## Produktivnost i kvaliteta talijanskog ljulja kao ozime krmne međukulture

Krešimir Bošnjak, Marina Vranić, Ivana Čačić, Darko Uher, Marko Vodopija

*Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska  
(kbosnjak@agr.hr)*

### Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi potencijal talijanskog ljulja kao ozime krmne međukulture na dvije lokacije u RH (Novi Marof i Ogulin). Prosječni prinos ST u Novom Marofu bio je za 38 % viši u usporedbi sa prosječnim prinosom u Ogulinu. Prosječni sadržaj SP iznosio je 101,7 g kg<sup>-1</sup> ST u Ogulinu i 107 g kg<sup>-1</sup> ST u Novom Marofu. Najveći sadržaj SP u Ogulinu utvrđen je kod kultivara Jeanne (112 g kg<sup>-1</sup> ST). Prosječni sadržaj NDF-a i ME na obje lokacije iznosio je 611 g kg<sup>-1</sup> ST i 10,9 MJ kg<sup>-1</sup> ST uz prosječnu probavljivost ST od 73 %. Zahvaljujući visokim prinosima i kvaliteti, talijanski ljulj ima veliki potencijal za sjetvu u plodorednim sustavima proizvodnje voluminozne krme.

**Ključne riječi:** talijanski ljulj, krmna međukultura, prinos, kvaliteta

### Uvod

Proizvodnja dovoljnih količina kvalitetne voluminozne krme na poljoprivrednim površinama farme značajno smanjuje troškove proizvodnje, povećava učinkovitost korištenja raspoloživih poljoprivrednih površina, te smanjuje trošak kupovine krme. Podizanje produktivnosti, a time i povećanje konkurentnosti na mliječnim ili mesnim farmama moguće je kroz podizanje razine produkcije po grlu (mlijeko, prirast) i podizanje razine produkcije po jedinici površine. Jedan od tehnoloških modela proizvodnje u tom smjeru predstavlja korištenje plodorednih sustava sa dvije žetve godišnje, koji kombiniraju ozimu (ozimi krmni međusjev) i jaru kulturu (glavna kultura).

Talijanski ljulj (*Lolium multiflorum* Lam) se koristi za sjetvu travnjaka koji se najčešće koriste košnjom za proizvodnju sijena, sjenaže ili silaže, a može se i napasivati (McCartney i sur., 2008.). Kratkotrajna je vrsta i jedna od najkvalitetnijih i najproduktivnijih krmnih trava (Yimiti i sur., 2004.; Yolcu i sur., 2011.; Yavuz i sur., 2017.).

Vrlo dobro se uklapa u različite sustave proizvodnje (Kunelius i sur., 2004.; Zebarth i sur., 2009.) i korištenja voluminozne krme. Talijanski ljulj je pogodan za korištenje u okviru plodorednih sustava proizvodnje voluminozne krme kao ozimi krmni međusjev koji se skida u prvoj polovici ili najkasnije do kraja svibnja, nakon čega slijede glavne kulture. Cilj je ovoga rada utvrditi prinos i kvalitetu talijanskog ljulja kao ozimog krmnog međusjeva, na dvije lokacije u Republici Hrvatskoj.

### Materijal i metode

Pokus je postavljen po potpuno slučajnom rasporedu, na dvije lokacije u Republici Hrvatskoj. Na lokaciji Novi Marof istraživan je jedan kultivar (cv. Mir), dok su na lokaciji Ogulin istraživana 3 kultivara talijanskog ljulja (cv. Jeanne, cv. Tetraflorum i cv. Mir). Klimatološki podaci za obje lokacije prikazani su u Tablici 1. Kemijskom analizom tla na lokaciji Ogulin utvrđeno je da tlo sadrži 0,2635 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg<sup>-1</sup> tla i 0,44 g K<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> tla, uz pH

u 1MKCl od 5,21. Na lokaciji Novi Marof tlo je sadržavalo 0,01 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg<sup>-1</sup> tla, 0,1 g K<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> tla, uz pH u 1MKCl od 6,44.

Tablica 1: Srednje mjesečne temperature, mjesečne količine oborina kao i višegodišnji prosjek na lokacijama Ogulin i Novi Marof (DHMZ, 2018)

Mjesec	10.	11.	12.	1.	2.	3.	4.	5.	Suma	Prosjek*
Godina	2012					2013				
Oborina (mm)										
Novi Marof	68,1	85	78,4	123,8	141,7	142,2	42,6	102,4	784,2	554,2
Ogulin	161,8	236,6	159,2	280,5	242,1	238,6	88,2	161,9	1568,9	1049,7
Temperatura (°C)										Prosjek
Novi Marof	11,7	8,6	1,3	0,9	1,1	3,9	12,7	15,9	7,0	6,8
Ogulin	11,1	9,2	1,7	1,6	0,8	2,8	11,6	14,3	6,6	6,6

\* višegodišnji prosjek za razdoblje listopad -svibanj

Osnovna obrada tla izvršena je oranjem na dubinu 25 cm, početkom listopada 2012. godine. Osnovna gnojdba iznosila je 200 kg ha<sup>-1</sup> NPK 15-15-15. Sjetva talijanskog ljulja izvršena je 6. 10. 2012. godine u Novom Marofu i 19. 10. 2012. godine u Ogulinu. Norma sjetve iznosila je 38 kg ha<sup>-1</sup>. Predsjetvena obrada izvršena je frezom u Novom Marofu i roto drljačom u Ogulinu. Nakon sjetve tlo je povaljano.

Prinos suhe tvari utvrđen je košnjom i vaganjem biljne mase prvoga porasta talijanskog ljulja, sa deset slučajno odabranih mjesta po parceli, korištenjem okvira površine 0,25 m<sup>2</sup> i ručnih škara. Talijanski ljulj na lokaciji Ogulin pokošen je u stadiju R0 (cvat zamotana u rukavcu zadnjeg lista), dok je na lokaciji Novi Marof košnja bila u stadiju R1/R2 (vidljiv prvi klasić/ svi klasići vidljivi) (Moore i sur., 1991.). Uzorkovanje i košnja prvoga porasta talijanskog ljulja bilo je 13.5.2013. u Novom Marofu i 14.5.2013. u Ogulinu.

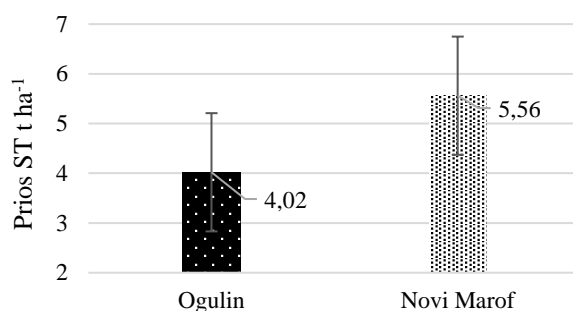
Uzeti su poduzorci biljne mase za utvrđivanje sadržaja ST i analize hranjivosti. Sadržaj ST utvrđen je sušenjem uzoraka u sušioniku tijekom 48 sati pri 60°C i vaganjem uzoraka. Uzorci su samljeveni na veličinu čestica 1 mm. Hranjivost je utvrđivana NIR spektroskopijom skeniranjem u valnoj duljini 1100-2500 nm, u intervalima po 2nm korištenjem NIR aparata Foss, model 6500. Svaki uzorak skeniran je dva puta. Pojedinačna spektralna očitavanja su bila uprosječena te im je bio pridružen škotski kalibracijski model. Utvrđivani su slijedeći pokazatelji hranjivosti: sadržaj suhe tvari (ST) sadržaj sirovih proteina, sadržaj neutralnih detergent vlakana (NDF), sadržaj metaboličke energije (ME) i probavljivost organske tvari u suhoj tvari (D-vrijednost). Pokus je bio postavljen i statistički obrađen po potpuno slučajnom rasporedu. Podaci o produktivnosti talijanskog ljulja su obrađeni u SAS programskom paketu (SAS, 1999) korištenjem jednosmjerne analize varijance (ANOVA) i t-testa za usporedbu prosječnih vrijednosti. Kao izvori varijabiliteta „između grupa“ (tretman) u jednosmjernoj analizi varijance za prinos ST korišteni su: kultivar, lokacija te kultivar unutar tretmana unutar lokacije (samo na lokaciji Ogulin). Za analizu podataka o hranjivosti korištena je metoda deskriptivne statistike.

## Rezultati i rasprava

Prosječni prinos ST prosječno na obje lokacije i za sve istraživane kultivare iznosio je 4,79 t ST ha<sup>-1</sup>. Međutim, na lokaciji Novi Marof utvrđen je značajno veći (P=0.0016) prinos ST u usporedbi sa prinosom ST na lokaciji Ogulin (grafikon 1), što upućuje na različitu reakciju talijanskog ljulja na agroekološke uvijete proizvodnje. Povećanje prinosa ST na lokaciji Novi Marof u usporedbi sa Ogulinom iznosilo je 38% i većim je dijelom posljedica razlika u ekološkim uvjetima na istraživanim lokacijama, a manjim dijelom razlika u fenološkoj



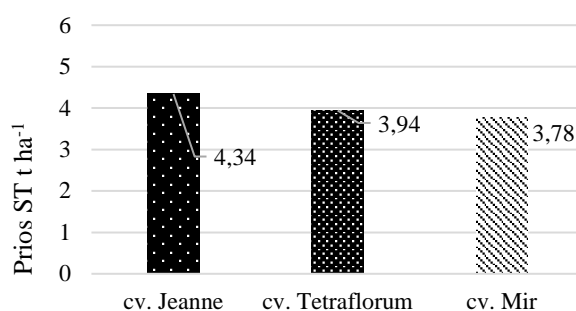
zrelosti usjeva u trenutku košnje. Produktivnost talijanskog ljlja ovisi o njegovoj otpornosti i trajnosti u područjima sa hladnijim zimama (Kunelius i sur., 2004.; Coulman i sur., 2015.).



Grafikon 1. Prosječni prinosi ST talijanskog ljlja na lokacijama Ogulin i Novi Marof (linije za usporedbu prosječnih vrijednosti predstavljaju vrijednost LSD-a pri P=0,05).

Slična reakcija utvrđena je i uspoređujući prinose ST kultivara Mir na različitim lokacijama. Na lokaciji Novi Marof prinos ST kultivara Mir iznosio je 5,56 t ST ha<sup>-1</sup> što je za 41 % više u usporedbi sa istim kultivarom na lokaciji Ogulin (P=0,046), kod kojega je prinos iznosio 3,94 t ST ha<sup>-1</sup>. Utvrđena razlika u produktivnosti kultivara Mir na istraživanim lokacijama kao i ukupne produktivnosti talijanskog ljlja na obje lokacije posljedica je nešto povoljnijih ekoloških uvijeta na lokacijama Novi Marof prvenstveno zbog većih prosječnih temperatura u kretanju i tijekom vegetacije od veljače do trenutka košnje (tablica 1).

Svi istraživani kultivari na lokaciji Ogulin (grafikon 2) imali su sličan prinos ST (P>0.05).



Grafikon 2. Prosječni prinosi ST istraživanih kultivara na lokaciji Ogulin

Prosječni sadržaj SP svih kultivara talijanskog ljlja na obje lokacije iznosio je 104,4 g kg<sup>-1</sup> ST. Prema rezultatima ranijih istraživanja (Burns i sur., 2015.; Čupina i sur., 2017.) sadržaj SP talijanskog ljlja mijenja se najviše pod utjecajem starosti biljke u trenutku košnje te iznosi od 96 g kg<sup>-1</sup> ST u fazi početka metličanja do 124 g kg<sup>-1</sup> ST u sustavu korištenja sa 5-7 otkosa i periodom regeneracije nakon košnje u trajanju od 6-8 tjedana. Unatoč činjenici što je na lokaciji Novi Marof talijanski ljlj košen u nešto kasnijoj fazi razvoja, na toj je lokaciji utvrđen za 5,2% viši sadržaj SP u usporedbi sa prosječnim sadržajem SP tri kultivara na lokaciji Ogulin. Štoviše, uspoređujući sadržaj SP kultivara Mir na obje lokacije, utvrđeni sadržaj SP kultivara Mir na lokaciji Novi Marof bio je za 18 g kg<sup>-1</sup> ST viši i usporedbi sa istim kultivarom u Ogulinu. Uspoređujući sadržaj SP istraživanih kultivara u Ogulinu, najveći sadržaj SP utvrđen je kod kultivara Jeanne (tablica 2). Kod kultivara Tetraflorum i Mir sadržaj SP bio je za 7 i 21% niži u usporedbi sa sadržajem SP kultivara Jeanne.

Prosječni sadržaj NDF-a svih kultivara talijanskog ljlja na obje lokacije iznosio je 611 g kg<sup>-1</sup> ST što je nešto više u usporedbi sa sadržajem NDF od 570 g kg<sup>-1</sup> ST koliko su utvrdili

Ćupina i sur. (2017.) za talijanski ljulj u sličnoj fazi rasta i razvoja. Viši sadržaj NDF-a utvrđen je na lokaciji Novi Marof u usporedbi sa sadržajem NDF utvrđenim na lokaciji Ogulin (tablica 1). Svi istraživani kultivari na lokaciji Ogulin imali su sličan sadržaj NDF-a (tablica 1). Talijanski ljulj na lokaciji Ogulin imao je 0,2 MJ kg<sup>-1</sup> ST veći sadržaj ME i za 2% višu probavljivost ST u usporedbi sa biljnom masom ljulja na lokaciji Novi Marof (tablica 1). Kod kultivara Jeanne i Tetraflorum utvrđen je za 0,2 MJ kg<sup>-1</sup> ST viši sadržaj ME i 1% veća probavljivost ST u usporedbi sa kultivarom Mir na lokaciji Ogulin.

Tablica 2: Sadržaji sirovih proteina (SP), probavljivosti organske tvari (D), sadržaj neutralnih detergent vlakana (NDF) i metaboličke energije (ME) istraživanih kultivara talijanskog ljulja na lokacijama Ogulin i Novi Marof

LOKACIJA/kultivar	SP g kg <sup>-1</sup> ST	NDF	ME MJ kg <sup>-1</sup> ST	D %
<b>OGULIN</b>				
cv. Jeanne	112,0	599	11,1	74
cv. Tetraflorum	104,0	596	11,1	74
cv. Mir	89,0	603	10,9	73
<b>Prosjeak</b>	<b>101,7</b>	<b>599</b>	<b>11,0</b>	<b>74</b>
<b>NOVI MAROF</b>				
cv. Mir	107,0	623	10,8	72

## Zaključak

Zahvaljujući visokom potencijalu prinosa i visokoj kvaliteti krme talijanski ljulj ima veliki potencijal kao ozima krmna kultura za sjetvu u okviru plodorednih sustava proizvodnje voluminozne krme. Prosječni prinos ST talijanskog ljulja na obje lokacije iznosio je 4,8 t ST ha<sup>-1</sup>. Prinos ST u Novom Marofu bio je 38% viši u usporedbi sa prosječnim prinosom u Ogulinu. Unatoč činjenici da produktivnost, a dijelom i kvaliteta talijanskog ljulja kao ozime kulture, ovise o agroekološkim uvjetima proizvodnje, ekološki čimbenici na istraživanim lokacijama nisu ograničavajući čimbenik korištenja talijanskog ljulja kao ozime međukulture u okviru plodorednih sustava proizvodnje voluminozne krme. Štoviše, vrlo visoka probavljivost ST te visok sadržaj energije uz optimalni sadržaj vlakana čine talijanski ljulj optimalnom ozimom međukulturom.

## Napomena

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su projekta „Primjena novih tehnologija proizvodnje voluminozne krme u cilju povećanja konkurentnosti obiteljskih mliječnih farmi“ kojeg je tijekom 2011-2013 godine financiralo MPŠ RH (broj ugovora 2011-10-16).

## Literatura

- Burns G.A., O’Kiely P., Grogan D., Watson S., Gilliland T.J. (2015). Comparison of herbage yield, nutritive value and ensilability traits of three ryegrass species evaluated for the Irish Recommended List. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 51: 31-40.
- Coulman B., Loeppky H., Entz M. (2015). The effect of late fall seeding time on the seed production of Italian ryegrass. *Canadian Journal of Plant Science* 95:641-645.
- DHMZ (2018) Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb
- Ćupina B., Vujić S., Krstić Đ., Djuric B., Aliu S., Manojlović M., Čabilovski R., Lombnaes P. (2017). Performance of legume-grass mixtures in the West Balkan region. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science* 67:1-11.
- Kunelius H.T., McRae K.B., Durr G.H., Fillmore S.A.E. (2004). Management of Italian and perennial ryegrasses for seed and forage production in crop rotations. *Journal of Agronomy and Crop Science* 190:130-137.

- McCartney D., Fraser J., Ohama A. (2008). Annual cool season crops for grazing by beef cattle. A Canadian Review. Canadian Journal of Animal Science 88:517-533.
- Moore K.J., Moser L.E., Vogel K.P., Waller S.S., Johnson B.E., Pedersen J.F. (1991). Describing and Quantifying Growth-Stages of Perennial Forage Grasses. Agronomy Journal 83:1073-1077.
- SAS. (1999). SAS® Software, SAS Institute, Cary, N.C., USA.
- Yavuz T., Surmen M., Albayrak S., Cankaya N. (2017). Determination of Forage Yield and Quality Characteristics of Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) Lines. Tarim Bilimleri Dergisi- Journal of Agricultural Sciences 23:234-241.
- Yimiti W., Yahaya M.S., Hiraoka H., Yamamoto Y., Inui K., Takeda M., Tsukahara A., Goto M. (2004). Effects of amino acids fermentation by-product on fermentation quality and in situ rumen degradability of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) silage. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 17:633-637.
- Yolcu H., Turan M., Lithourgidis A., Cakmakci R., Koc A. (2011). Effects of plant growth-promoting rhizobacteria and manure on yield and quality characteristics of Italian ryegrass under semi arid conditions. Australian Journal of Crop Science 5:1730-1736.
- Zebarth B.J., Arsenault W.J., Moorehead S., Kunelius H.T., Sharifi M. (2009). Italian Ryegrass Management Effects on Nitrogen Supply to a Subsequent Potato Crop. Agronomy Journal 101:1573-1580.

## Yield and quality of italian ryegrass forage sown as winter forage crop

### Abstract

The aim of this study was to evaluate the potential of Italian ryegrass as a winter forage crop on two locations in the Republic of Croatia (Novi Marof and Ogulin).

The average dry matter yield in Novi Marof was 38% higher compared to the average dry matter yield in Ogulin. The average crude protein (CP) content was 101.7 g kg<sup>-1</sup> DM in Ogulin and 107 g kg<sup>-1</sup> DM in Novi Marof. The highest CP content in Ogulin was determined for the cultivar Jeanne (112 g kg<sup>-1</sup> DM). The average content of NDF and ME at both sites was 611 g kg<sup>-1</sup> DM and 10.9 MJ kg<sup>-1</sup> ST with average DM digestibility of 73%.

Due to its high yields and quality, the Italian ryegrass has great potential for sowing as winter crop in forage production systems.

**Key words:** Italian ryegrass, winter forage crop, yield, quality

## Kukuruzovina kao energent za proizvodnju krutog goriva

Mateja Grubor<sup>1</sup>, Tajana Krička<sup>1</sup>, Nikola Bilandžija<sup>1</sup>, Vanja Jurišić<sup>1</sup>, Neven Voća<sup>1</sup>, Alan Antonović<sup>2</sup>, Ana Matin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska (mgrubor@agr.hr)

<sup>2</sup> Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Rad istražuje energetska svojstva kukuruzovine - gorive i negorive tvari, strukturalna svojstva i ogrjevna vrijednost. Od negorivih tvari kukuruzovine, istražene na dva hibrida, može se utvrditi da je pepeo kao glavna komponenta za kvalitetu goriva je nešto veći od šumske biomase, ali još uvijek kvalitetniji od većine poljoprivredne biomase. Od gorivih tvari najznačajniji je sumpor i utvrđen je njegov mali postotni udio. Strukturalni sastav kukuruzovine upućuje na mogućnost korištenja kukuruzovine za proizvodnju kvalitetnog tekućeg biogoriva. Nadalje, donja ogrjevna vrijednost kretala se oko 15 MJ kg<sup>-1</sup>. Može se zaključiti da je kukuruzovina kvalitetna biomasa za proizvodnju zelene energije.

**Ključne riječi:** kukuruzovina, energetska iskoristivost, zelena energija

### Uvod

Porast zabrinutosti o fosilnoj energiji i njezinom utjecaju na okoliš ubrzali su razvoj bioenergije na globalnoj razini, budući da je biomasa dugoročno obnovljiva i CO<sub>2</sub> neutralna (Johnson i sur., 2007.). Korištenje resursa biomase za energetske svrhe smanjit će ovisnost o fosilnim gorivima i osigurati način ublažavanja klimatskih promjena (Börjesson, 1999.). Pojam "biomasa" može se odnositi na različite materijale te uključuje poljoprivrednu i šumsku biomasu, energetske usjeve te različite vrste biorazgradivog otpada. U biomasu pripada i kukuruzovina koja predstavlja potencijalno visokovrijedan izvor biomase za proizvodnju zelene energije.

EU i Hrvatska legislativa i tzv. 20-20-20 Direktiva (Direktiva 2009/28/EC) određuju ciljeve koji trebaju biti postignuti do 2020. godine, a oni uključuju smanjenje emisije stakleničkih plinova za 20%, 20% više energetske učinkovitosti i 20% više obnovljivih izvora energije u ukupnoj proizvodnji energije. Okvir za klimatsku i energetska politiku do 2030. godine donijet od Europske komisije (COM (2014) 0015), zahtjeva povećavaje smanjenja emisije stakleničkih plinova za 40 %, povećanje energetske učinkovitosti na 27% i ostvarenje udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji od najmanje 27%. Slijedom navedenog, korištenje kukuruzovine kao posliježetvenog ostatka moglo bi značajno pridonijeti ovim zahtjevima. Naravno, imajući u vidu da zbog poboljšanja tla, 70% ostataka usjeva treba zaorati.

Biomasa se može koristiti za proizvodnju energije na nekoliko načina, od starog izravnog izgaranja do suvremenih rasplinjavanja i brze pirolize (McKendry, 2002.). Za oporavak maksimalne energije iz određene biomase treba odabrati tehnički i ekonomski održiv proces (Chum i Overend, 2001.). Znanje o svojstvima biomase i/ili svojstvima goriva temelj je energetske procesa ili kemijskih pretvorbi (Tao i sur. 2012.).

Cilj rada bio je utvrditi energetska svojstva kukuruzovine, odnosno odrediti količine gorivih i negorivih tvari, strukturalna svojstva i ogrjevne vrijednosti za njeno korištenje u svrhu proizvodnje zelene energije.

### Materijal i metode

Analize su provedene na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, na Zavodu za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport. Istraživani uzorci kukuruza hibrida Bc 462 i Bc 344 bili su uzgajani tijekom 2017. godine. U svrhu istraživanja energetske karakteristika kukuruzovine provedene su analize sadržaja negorivih i gorivih tvari standardnim metodama. Od negorivih tvari određen sadržaj vode (HRN EN 18134-2:2015), pepela (HRN EN ISO 18122:2015), koks i fiksnog ugljika (EN 15148:2009) te dušika (HRN EN ISO 16948:2015). Od gorivih tvari određen je sadržaj ugljika, vodika (HRN EN ISO 16948:2015), sumpora (HRN EN ISO 16994:2015), kisika (računski), hlapivih tvari (EN 15148:2009) te gornja i donja ogrjevna vrijednost (HRN EN 14918:2010).

### Rezultati i rasprava

Energetska vrijednost biomase definira se preko negorivih i gorivih tvari, lignoceluloznog sastava te ogrjevne vrijednosti. U Tablici 1 prikazane su negorive tvari kukuruzovine istraživanih hibrida.

Tablica 1. Negorive tvari kukuruzovine

Parametri analize	Uzorak	
	Bc 462	Bc 344
Vlaga (%)	13,27	13,58
Pepeo (%)	3,59	3,95
Fiksirani ugljik (%)	10,19	8,34
Koks (%)	13,78	13,40
Dušik (%)	0,99	0,90

Pepeo uvjetuje kvalitetu goriva te što je njegov sadržaj veći gorivo je lošije kvalitete. U kukuruzovini istraživanih hibrida sadržaj pepela kretao se od 3,59 do 3,96% što je znatno niži sadržaj od sadržaja pepela kojeg navode Krička i sur. (2012.), što evidentno ovisi o hibridu kao i o godini uzgoja. Sadržaj koks i fiksnog ugljika predstavlja ostatak suhe destilacije te što ga ima više, gorivo je kvalitetnije (Francescato i sur., 2008.). Hibrid Bc 462 istaknuo se sa višim sadržajem fiksnog ugljika (10,19%) od hibrida Bc 344 (8,34 %), dok je sadržaj koks bio podjednak u obje istraživane kukuruzovine. Slične rezultate negorivih tvari potvrđuje istraživanje provedeno od autora Matin i sur. (2015.).

U Tablici 2 prikazane su negorive tvari kukuruzovine istraživanih hibrida.

Tablica 2. Gorive tvari kukuruzovine

Parametri analize	Uzorak	
	Bc 462	Bc 344
Ugljik (%)	41,13	53,03
Vodik (%)	5,93	5,81
Sumpor (%)	0,25	0,18
Kisik (%)	51,71	40,08
Hlapiva tvar (%)	71,95	82,63

Ugljik i vodik, kao elementi koji povećavaju ogrjevnu vrijednost biomase, u oba istraživana hibrida pojavljuju se u visokom postotku, a hibrid Bc 344 istaknuo se s nešto višim sadržajem ugljika. Sadržaj sumpora, štetnog elementa biomase u istraživanoj kukuruzovini, kretao se od 0,18 do 0,25%. Kisik na sebe veže ugljik i vodik te samim time smanjuje ogrjevnu vrijednost biomase, pa se s obzirom na sadržaj kisika istaknuo hibrid Bc 344.

Hibrid Bc 462 istaknuo se sa nižim sadržajem hlapivih tvari (71,95%) od hibrida Bc 344 (82,63%), što ga čini boljim za izgaranje jer je potrebno manje energije za njegovo zapaljenje. Slične rezultate gorivih tvari dobili su Krička i sur. (2012.).

Kukuruzovina pripada drugoj generaciji sirovina za proizvodnju biogoriva i ubrajaja se u sirovine tzv. lignoceluloznog sastava. U Tablici 3 prikazan je strukturalni, odnosno lignocelulozni sastav kukuruzovine.

Tablica 3. Lignocelulozni sastav kukuruzovine

Parametri analize	Uzorak	
	Bc 462	Bc 344
Celuloza (%)	38,21	41,18
Hemiceluloza (%)	30,41	29,37
Lignin (%)	25,05	27,95

Dobiveni rezultati lignoceluloznog sastava upućuju na mogućnost korištenja kukuruzovine u proizvodnji krutih i tekućih biogoriva, te su u skladu s rezultatima istraživanja Antonović i sur. (2016.).

Svi prethodno navedeni parametri imaju utjecaj na ogrjevnu vrijednost biomase, stoga je u Tablici 4 prikazana gornja i donja ogrjevna vrijednost istraživane kukuruzovine.

Tablica 4. Ogrjevna vrijednost kukuruzovine

Parametri analize	Uzorak	
	Bc 462	Bc 344
Gornja ogjevna vrijednost (MJ kg <sup>-1</sup> )	16,28	16,16
Donja ogjevna vrijednost (MJ kg <sup>-1</sup> )	14,98	14,89

Iz Tablice 4 uočava se kako istraživana kukuruzovina ima podjednaku ogrjevnu vrijednost, što je u skladu s dostupnim podacima za poljoprivrednu biomasu (Bilandžija i sur., 2012.).

## Zaključak

Temeljem vlastitih istraživanja kukuruzovine kao biomase za proizvodnju zelene energije, mogu se utvrditi općenito kvalitetne negorive tvari. Naime, pepeo koji uvjetuje kvalitetu goriva te je gorivo s višim sadržajem pepela lošije kvalitete, kretao se kod istraživanih hibrida Bc 462 i Bc 344 relativno nisko u odnosu na ostalu poljoprivrednu biomasu.

Gorive tvari kukuruzovine također pokazuju dobra energetska svojstva. Naime, ugljik i vodik, kao elementi koji povećavaju ogrjevnu vrijednost biomase, pojavljuju se u visokom postotnom udjelu, s tim da Bc 344 ima veći udio ugljika. Nadalje, količina sumpora kao vrelo štetnog elementa, bila je relativno niska.

Omjer celuloze, hemiceluloze i lignina ukazuje na povećani udio celuloze i hemiceluloze, što rezultira prijedlogom da se kukuruzovina koristi za proizvodnju tekućih biogoriva.

Isto tako, donja ogrjevna vrijednost kretala se oko 15 MJ/kg što je za poljoprivrednu biomasu u granicama očekivanog.

### Napomena

Ovo istraživanje provedeno je u okviru VIP projekta „Potencijal proizvodnje zelene energije iz ostataka ratarske proizvodnje“ te projekta Hrvatske zaklade za znanost, br. 3328, “Converting waste agricultural biomass and dedicated crops into energy and added value products – bio-oil and biochar production”.

### Literatura

- Antonović A., Krička T., Matin A., Jurišić V., Bilandžija N., Voća N., Stanešić J. (2016). Biochar quantification and its properties in relation to the raw material. Proceedings of 51st Croatian and 11th International Symposium on Agriculture. 445-449.
- Bilandžija N., Voća N., Krička T., Matin A., Jurišić V. (2012). Energy potential of fruit tree pruned biomass in Croatia. Spanish Journal of Agricultural Research. 10 (2): 292-298.
- Börjesson P. (1999). Environmental effects of energy crop cultivation in Sweden I: identification and quantification. Biomass Bioenergy. 16:137-54.
- Chum H. L., Overend R. P. (2001). Biomass and renewable fuels. Fuel processing technology. 71(1): 187-195.
- EC (2009). Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009. Official Journal of the European Union, L 140/16.
- EC (2014) Communication (2014) 0015 from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions. A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030, COM/2014/015 final.
- EN 15148:2009. Solid biofuels - Method for the determination of the content of volatile matter. Europska komisija za standardizaciju.
- Francescato V., Antonini E., Bergomi L. Z. (2008). Priručnik o gorivima iz drvene biomase. Regionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske.
- HRN EN 14918:2010. Solid biofuels - Determination of calorific value. Europska komisija za standardizaciju.
- HRN EN 18134-2:2015. Solid biofuels - Methods for the determination of moisture content. Europska komisija za standardizaciju.
- HRN EN ISO 16948:2015. Solid biofuels - Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen. Europska komisija za standardizaciju.
- HRN EN ISO 16994:2015. Solid biofuels - Determination of total content of sulfur and chlorine. Europska komisija za standardizaciju.
- HRN EN ISO 18122:2015. Solid biofuels - Methods for the determination of ash content. Europska komisija za standardizaciju.
- Johnson J.M.F., Franzluebbbers A.J., Weyers S.L., Reicosky D.C. (2007). Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions. Environ Pollution. 150: 107-24.
- Krička T., Bilandžija N., Jurišić V., Voća N., Matin A. (2012). Energy analysis of main residual biomass in Croatia. African Journal of Agricultural Research. 7(48): 6383-6388.
- Matin A., Krička T., Jurišić V., Voća N., Antonović A., Bilandžija, N., Grubor, M., Miličević I. (2016). Iskoristivost biomase kukuruza za proizvodnju toplinske energije. Proceedings of 51st Croatian and 11th International Symposium on Agriculture. 489-492.
- McKendry P. (2002). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. Bioresource technology, 83(1): 37-46.
- Tao G., Lestander T. A., Geladi P., Xiong S. (2012). Biomass properties in association with plant species and assortments I: A synthesis based on literature data of energy properties. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 16(5): 3481-3506.

## **Maize straw as an energy source for solid fuel production**

### **Abstract**

The paper investigates the maize straw energy properties - combustible and non-combustible matter, structural properties and heating value. From the maize straw combustible matter, investigated on two hybrids, it can be established that the ash as the main component of fuel quality is slightly larger than in forest biomass, but still better than in the most agricultural biomass. Of the combustible matter the most significant is sulfur and its small content is determined. Maize straw structural composition suggests the possibility of maize straw utilization for the high quality liquid biofuels production. Furthermore, the lower heating value was about 15 MJ kg<sup>-1</sup>. It can be concluded that the maize straw is a quality biomass for the green energy production.

**Key words:** maize straw, energy utilization, green energy



## Urod zrna soje pri različitim načinima obrade tla

Vedrana Hanžek, Bojana Brozović, Monika Marković, Vjekoslav Tadić, Miro Stošić

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (mstosic@pfos.hr)*

### Sažetak

Rad obuhvaća rezultate istraživanja tijekom 2007. godine na lokalitetu Darda gdje je istraživana utjecaj različitih načina obrade tla na broj biljaka soje, masu 1000 zrna i hektolitarsku masu zrna te urod zrna soje. Istraživanje je obuhvatilo 4 varijante obrade tla: OR - oranje 30 cm; TR - tanjuranje 12 cm; RT - rahljenje i tanjuranje 35 cm i NT - izostavljena obrada tla. Vremenske prilike u vegetaciji (travanj - rujanj) su bile nepovoljne te je palo 156,2 mm oborina manje od višegodišnjeg prosjeka (377,8 mm) dok je prosječna temperatura bila za 1,9°C viša od višegodišnjeg prosjeka. Različiti način obrade tla je imao statistički značajan utjecaj ( $p=0,05$ ) na masu 1000 zrna, dok statistički opravdane razlike nisu utvrđene u broju biljaka po jedinici površine, hektolitarskoj masi i prinosu zrna soje.

**Ključne riječi:** soja, reducirana obrada tla, vremenski uvjeti, komponente uroda

### Uvod

Obrada tla je jedan od zahvata agrotehnike koji u poljoprivrednoj proizvodnji sudjeluje s najvećim financijskim inputima (Bašić i Herceg, 2010.). U Republici Hrvatskoj se preko 90 % ratarske proizvodnje obavlja konvencionanim načinom gdje je oranje neizostavan zahvat, a tek oko 10 % je pod nekim oblikom alternativnih rješenja. U svijetu se alternativna rješenja primjenjuju već duži niz godina, a u njima prednjače zemlje Južne Amerike, kao npr. Paragvaj, Bolivija, Venecuela, Čile (Derpsch i Friedrich, 2009.; Friedrich i sur., 2012.). Prednosti primjene konzervacijskih sustava su mnogobrojne kao npr. smanjenje potreba za ljudskim radom i manja potrošnja goriva i energije, povećanje bioraznolikosti tla, povećanje perkolacije i infiltracije vode u tlo, itd. (ISTRO, 1997.; Košutić i sur., 2006.). Isto tako, postoje i određeni nedostaci, kao npr. oscilacije prinosa zrna tijekom godina, tradicija, nedovoljno znanja, neadekvatna mehanizacija, itd (Kisić i sur., 2005.). U pogledu obrade tla mogućnosti su raznolike - od minimalne, racionalne, konzervacijske do izostavljene obrade (Butorac i sur., 1986.).

Cilj ovog rada je istražiti utjecaj različitih varijanata obrade tla u ovisnosti o vremenskim uvjetima na komponente uroda soje i sam urod zrna.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno 2007. godine na lokaciji Darda te je obuhvaćalo 4 varijante obrade tla za soju. Varijante obrade tla bile su slijedeće: konvencionalna obrada tla (oranje 30 cm) - OR; tanjuranje (tanjuranje 10-12 cm) - TR; rahljenje i tanjuranje (rahljenje 35 cm) - RT; izostavljena obrada tla - NT. Tip tla na kojem je provedeno istraživanje je hidromeliorirano močvarno glejno tlo. Provedena je osnovna gnojidba NPK gnojivima (300 kg MAP-a i 150 kg K<sub>2</sub>O) u jesen na svim parcelama različite obrade tla. Istraživanje je postavljeno po split-plot shemi u 4 repeticije. Zaštita usjeva od bolesti, korova i štetnika bila je uniformna za sve varijante obrade tla. Sorta Podravka 95 posijana je 10. travnja 2007. godine, a žetva je obavljena 5. listopada 2007. godine. U fenofazi punog nicanja utvrđen je broj biljaka soje

po jedinici površine (sklop) brojanjem biljaka na 3 dužna metra, u 3 ponavljanja na svakoj parceli različite obrade tla u sve četiri repeticije. U žetvi su uzorci uzeti po po metodi slučajnoga uzorka u tri ponavljanja sa svake obrade tla. Nakon žetve, određen je prinos zrna soje, masa 1000 zrna, hektolitarska masa i vlaga zrna. Masa 1000 zrna određena je brojanjem zrna (5 x 200 zrna) elektronskim brojačem sjemena (Contador CE Seed Counter, Pfeuffer) i vaganjem na tehničkoj elektronskoj laboratorijskoj vagi. Hektolitarska masa zrna utvrđena je mjerenjem na elektronskom mjernom uređaju (Dickey John GAC 2100 agri) te je istovremeno određena i vlažnost zrna. Urod zrna utvrđen je vaganjem ukupne mase požnjevenoga zrna sa svake parcele obrade tla kolnoj vagi (Weigh-Tronix, Model 715) te je preračunat na površinu jednoga hektra s 13% vlage zrna za soju i izražen u t/ha. Za sve pokazatelje statistička obrada podataka obavljena je računalnim programom za analizu varijance koji su testirani F-testom za pragove statističke opravdanosti od  $P=0,05$  (Ivezić i Vukadinović, 1985.) i izračunate su granične vrijednosti (LSD za  $P=0,05$ ) za sve pokazatelje.

## Rezultati i rasprava

Tijekom 2007. godine u vrijeme vegetacije soje (IV.-IX.) palo je 221,6 mm oborina (Tablica 1.), odnosno 156,2 mm manje u odnosu prema višegodišnjem prosjeku (1961.-1991.). Također i iznadprosječne srednje mjesečne temperature koje su bile više od prosjeka za  $1,9^{\circ}\text{C}$  utjecale su na komponente uroda soje i urod zrna soje. Za ovo je vremensko razdoblje (IV.- IX.) Hidrotermički koeficijent prema Seljaninovu (Ks) iznosio 0,62 što istraživano područje svrstava u zonu suhoga ratarenja (Gračanin i Iljanič, 1977.).

Tablica 1. Ukupne mjesečne količine oborina (mm) i srednje mjesečne temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) za 2007. godinu i višegodišnji prosjek (1961.-1991.) za lokalitet Osijek

		IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	
2007.	mm	0,4	44,7	42,4	27,4	61,4	45,3	<b>221,6</b>
	$^{\circ}\text{C}$	13,8	18,5	22,9	24,0	23,0	14,8	<b>19,5</b>
1961.- 1991.	mm	50,7	59,2	88,7	67,8	56,3	55,1	<b>377,8</b>
	$^{\circ}\text{C}$	11,1	16,5	19,7	21,2	20,9	16,5	<b>17,6</b>

U pogledu broja biljaka soje po jedinici površine, najveći utjecaj imale su vremenske prilike u 2007. godini. Prosječan broj biljaka po jedinici površine iznosio je 51 biljaka/ $\text{m}^2$ , što je za 16 % manje od planiranih 60 biljaka/ $\text{m}^2$  u sjetvi (Tablica 2.). Analizom varijance nisu utvrđene statistički značajne razlike između varijanata obrade tla u broju biljaka po jedinici površine koji je bio u okviru eksperimentalne pogriješke. Smanjenje broja biljaka soje po jedinici površine u sušnim godinama na reduciranim varijantama obrade tla utvrdili su Jug (2006.) i Žugec i sur. (2006.). Za pretpostaviti je da je razlog tomu izostanak oborina u travnju, odnosno palo je svega 0,4 mm tijekom cijelog mjeseca. U ovom istraživanju masa 1000 zrna soje također je bila umanjena za 55 % u odnosu na standardne vrijednosti sorte Podravka 95 (180 g; Poljoprivredni Institut Osijek, 2011). Također, utvrđene su i statistički opravdane razlike NT varijante (100,7 g) prema varijanti OR (85,0). Razlike između srednjih vrijednosti mase 1000 zrna ostalih varijanata obrade tla prema varijanti OR nisu bile statistički značajne. U suprotnosti su rezultati koje iznosi Jug (2006.) kada je statistički značajno manju masu 1000 zrna utvrdio na NT varijanti, u odnosu prema oranju. Prosječna hektolitarska masa zrna soje ovog istraživanja iznosila je 72,2 kg. Vrijednosti hektolitarske mase su se kretale u rasponu od 71,8 kg (RT) do 72,5 kg (OR) te nisu utvrđene statistički opravdane razlike između varijanata obrade tla, odnosno taj parametar je bio pod najmanjim

utjecajem obrade tla. Na urod zrna soje također su utjecale nepovoljne vremenske prilike tijekom godine i prosječan urod zrna od 1,47 t/ha bio je vrlo nizak. Urod zrna soje se ujednačio po varijantama obrade tla i kretao se u rasponu od 1,44 t/ha (OR) do 1,49 t/ha (RT). Statistički opravdane razlike između reduciranih varijanata obrade tla prema varijanti oranja nisu utvrđene i bile su u okvirima eksperimentalne pogriješke. Drastično smanjenje uroda zrna soje u sušnim godinama potvrdili su i Jug (2005.), Žugec i sur. (1995.). Husnjak i sur. (2002.) ukazuju na razlike između reduciranih varijanata obrade tla prema varijanti oranja, ali su te razlike bile male. Izrazito nepovoljne vremenske prilike dovele su do smanjenog broja biljaka po jedinici površine, do manjih vrijednosti mase 1000 zrna i hektolitarske mase, što se u konačnici odrazilo na urod zrna soje. Kovačević i sur. (2013.) navode da bi se stres od nedostatka vode i visokih srednjih mjesečnih temperatura mogle izbjeći pravilnim gospodarenjem, u vidu npr. obrade tla.

Tablica 2. Broj biljaka po jedinici površine (biljka/m<sup>2</sup>), urod zrna soje (t/ha), masa 1000 zrna (g), hektolitarska masa (kg) u 2007. godini na lokalitetu Darda

Način obrade tla	Broj biljaka (m <sup>2</sup> )	Urod zrna t/ha	Vlaga zrna (%)	Masa 1000 zrna (g)	Hektolitarska masa (kg)
<b>OR</b>	51	1,44	12,8	85,0a	72,5
<b>TR</b>	50	1,48	12,7	83,9a	72,4
<b>RT</b>	51	1,49	12,8	77,4a	71,8
<b>NT</b>	51	1,45	12,8	100,7b	72,2
<b>Prosjek</b>	<b>51</b>	<b>1,47</b>	<b>12,8</b>	<b>86,8</b>	<b>72,2</b>
LSD 5%	ns	ns	ns	11,0	ns

### Zaključak

Vremenske prilike 2007. godine su znatno utjecale na istraživane parametre na što ukazuju niski urodi zrna soje. Ekstremno sušni i iznadprosječno topli vremenski uvjeti nepovoljno su utjecali na rast soje te je ostvaren nizak urod zrna soje, prosječno 1,47 t/ha. Nisu utvrđene statistički opravdane razlike između reduciranih varijanata i konvencionalne obrade tla u pogledu broja biljaka, hektolitarske mase i uroda zrna soje. Statistički opravdana razlika zabilježena je kod mase 1000 zrna soje, odnosno veća masa je zabilježena na NT varijanti u usporedbi prema OR varijanti. S obzirom na kratko razdoblje istraživanja te činjenicu kako je istraživačka godina bila ekstremno sušna i iznadprosječno topla, navedeno istraživanje ne može dati jasnu i nedvojbenu preporuku poljoprivrednim proizvođačima. Rezultati ukazuju na ovisnost poljoprivredne proizvodnje o vremensko/klimatskim uvjetima čiji se utjecaj ogleda na kvantitativnim i kvalitativnim svojstvima, prvenstveno na urodu zrna.

**Napomena:** Rad je rezultat istraživanja u sklopu izrade diplomskog rada studentice Vedrane Hanžek.

### Literatura

Bašić, F., Herceg, N., (2010). Temelji uzgoja bilja, udžbenik, Sveučilište u Mostaru, „Grafotisak“ – Grude, str. 454., Mostar.

- Butorac, A., Žugec, I., Bašić, F. (1986). Stanje i perspektive reducirane obrade tla u svijetu i u nas. Poljoprivredne aktualnosti. Vol. 25. str. 159-262.
- Derpsch, R., Friedrich, T. (2009). Development and current status of no-till adoption in the world. ISTRO 18<sup>th</sup> Triennial Conference Proceedings, Izmir, Turska. (ISTRO), Izmir, 15-19 lipnja 2009.
- Friedrich, T., Derpsch, R., Kassam, A. (2012). Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture. Field Actions Science Report, Special Issue 6. <http://factsreports.revues.org/1941>
- Gračanin, M., Ilijanić, Lj. (1977): Uvod u ekologiju bilja. Školska knjiga. Zagreb. str. 318.
- Husnjak, S., Filipović, D., Košutić, S. (2002). Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. Rostlinna Vyroba, Vol 48, (6). str. 249-254.
- International Soil Tillage Research Organization (ISTRO) (1997): INFO-EXTRA. 3, (1). 1-3.
- Ivezić, M., Vukadinović, V. (1985). Primjena mikroracunara u analizi varijance jednodimenzionalne i dvodimenzionalne klasifikacije. Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji 15: 36-51.
- Jug, D. (2005). Utjecaj reducirane obrade tla na prinose ozime pšenice, kukuruza, soje u agroekološkim uvjetima sjeverne Baranje. Magistarska radnja, Agronomski fakultet Zagreb.
- Jug, D. (2006). Reakcija ozime pšenice i soje na reeduciranu obradu tla na černozeu. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Osijek.
- Poljoprivredni institut Osijek (2011). OS sorte soje, hibridi suncokreta Katalog 2011. Poljoprivredni institut Osijek.
- Kisić, I., Bašić, F., Butorac, A., Mesić, M., Nestroy, O., Sabolić, M. (2005). Erozijska tla vodom pri različitim načinima obrade. Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
- Kovačević, V., Kovačević, D., Pepo, P., Marković, M. (2013). Climate change in Croatia, Serbia, Hungary and Bosnia and Herzegovina: Comparison of the 2010. and 2011. maize growing seasons. Poljoprivreda. 19 (2) 16-22.
- Košutić, S., Filipović, D., Gospodarić, Z., Husnjak, S., Zimmer, R., Kovačev, I. (2006). Usporedba različitih sustava obrade tla u proizvodnji soje i ozime pšenice u Slavoniji. Agronomski glasnik, br. 5., str. 381-392.
- Žugec, I., Jurić, I., Josipović, M. (1995). Neke mogućnosti reduciranja obrade tla u uzgoju soje na području istočne Hrvatske. Poljoprivreda, 1, (1) 105-114.
- Žugec, I., Jug, D., Stipešević, B., Stošić, M. (2006). Istraživanja reducirane obrade tla i gnojidbe dušikom za ozimu pšenice i soju na amfikleju južne Baranje. Katedra za opću proizvodnju bilja. Poljoprivredni fakultet Osijek. Izvješće o radu na istraživanjima "Belju" d. d. za 2006. godinu.

## Soybean grain yield under different soil tillage treatments

### Abstract

The paper covers the results of research in 2007. at Darda site where the influence of soil tillage variants on soybean grain yield as well as number of soybean plants, hectolitre weight and 1000 grain mass was investigated. The study included four variants of soil treatment: OR - ploughing 30 cm; TR - discharrowing 12 cm; RT - soil loosening 35 cm and NT - no-tillage. The weather conditions in growing period (April-September) were unfavourable. There were 156.2 mm precipitation deficit and 1.9° C higher air temperature during the vegetation (IV-IX) as compared to the long term mean. Different soil treatment had a statistically significant effect ( $p = 0.05$ ) on the 1000 grain mass, while statistically justified differences were not determined in the number of plants per unit of area, hectolitre weight and yield of soybean grain.

**Key words:** ploughing, discharrowing, no-tillage, weather conditions, soybean

## Prinos i kvaliteta zrna pšenice na kalciziranom tlu

Dario Iljkić<sup>1</sup>, Mirta Rastija<sup>1</sup>, Jurica Jović<sup>1</sup>, Vlado Kovačević<sup>1</sup>, Daniela Horvat<sup>2</sup>, Ivana Varga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (diljkic@pfos.hr)

<sup>2</sup>Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Na kiselom tlu postavljen je poljski pokus kalcizacije s ukupno četiri tretmana hidratiziranog vapna (72% CaO, 2% MgO i 21% vode) u količini od 0 t ha<sup>-1</sup>, 3,5 t ha<sup>-1</sup>, 7,0 t ha<sup>-1</sup> i 14,0 t ha<sup>-1</sup> u četiri ponavljanja. Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj kalcizacije na prinos, neke komponente prinosa (broj klasova po m<sup>2</sup>, masa 1000 zrna i hektolitarska masa) i kvalitetu (sadržaj proteina, škroba, vlažnog glutena i sedimentacija) ozime pšenice druge godine nakon postavljanja pokusa (2012.). Statističkom obradom podataka utvrđen je značajan utjecaj kalcizacije na prinos zrna i broj klasova po m<sup>2</sup>. Prinos zrna je varirao od 6,23 t ha<sup>-1</sup> na kontrolnom tretmanu do 7,04 t ha<sup>-1</sup> na tretmanu sa 7,0 t ha<sup>-1</sup> vapna. Povećanje prinosa povezano je s većim brojem klasova jer kalcizacija nije utjecala na masu 1000 zrna. Također, kalcizacija je značajno utjecala na ispitivane pokazatelje kvalitete osim na sadržaj škroba u zrnu pšenice.

**Ključne riječi:** kalcizacija, pšenica, komponente prinosa, kvaliteta zrna

### Uvod

Primarna proizvodnja hrane je izložena mnogobrojnim biotičkim i abiotičkim čimbenicima koji mogu negativno utjecati na prinos i kvalitetu usjeva. S druge strane, globalni porast stanovništva zahtjeva od poljoprivrede sve veću količinu hrane.

Kiselost tla je značajan limitirajući čimbenik postizanja visokih prinosa. Na takvim tlima glavni problem predstavlja toksičnost iona aluminija (Al<sup>3+</sup>), mangana (Mn<sup>2+</sup>) i željeza (Fe<sup>2+</sup>) te nedostatak odnosno nepristupačnost elemenata poput fosfora (P), kalcija (Ca) i magnezija (Mg). Iako je stvarno stanje kiselih tala u svijetu teško utvrditi zbog činjenice da je tlo „živi organizam“ neki autori procjenjuju da je 30 do 40% svjetskih površina više ili manje kiselo (von Uexkull i Mutert, 1995.; Hede i sur., 2001.). Jedno od većih površina kiselih tala u svijetu je područje savane (Cerrado) u Brazilu gdje je oko 205 milijuna ha kiselo (Fageria i Nascente, 2014.). Prema Mesiću i sur. (2009.) u Hrvatskoj je oko 32% ukupnih poljoprivrednih površina kiselo pri čemu dominiraju lesivirana tla i pseudoglej.

U uvjetima niske pH reakcije tla prinosi ratarskih usjeva mogu biti manji nekoliko puta u usporedbi s prinosima na tlima neutralne reakcije ili kalciziranim tlima (Antunović i sur., 2008.; Andrić i sur., 2012.). Jedna od glavnih mjera popravka kiselih tala je kalcizacija. Ova meliorativna mjera smanjuje kiselost neutraliziranjem Al<sup>3+</sup> i Mn<sup>2+</sup> iona istovremeno povećavajući koncentraciju Ca<sup>2+</sup> i Mg<sup>2+</sup> iona u tlu (Moreira i sur., 2017.), što povećava pH vrijednost i poboljšava biološku aktivnosti tla. Kovačević i sur. (2006.) na temelju višegodišnjih stacioniranih pokusa zaključuju kako su na kalciziranim površinama prinosi kukuruza bili veći za 50%, suncokreta za 49% i ječma za 30 % u usporedbi s kontrolnim tretmanom, odnosno kiselim tlom. Slične rezultate prikazuju Temesgen i sur. (2017.) koji navode povećanje prinosa ječma za 58% kao rezultat primjenjene kalcizacije. Dalla Nora i

sur. (2017.) ističu kako su pšenica, kukuruz i soja pozitivno reagirali na kalcizaciju vapnom i gipsom u 83% slučajeva. U preostalim slučajevima izostanak povećanja prinosa na kalciziranim površinama je bio rezultat optimalne količine i distribucije oborine tijekom vegetacije. Fageria i Baligar (1999.) navode da je od pet testiranih kultura tolerantnost na kiselost tla najveća kod riže, a najmanja kod pšenice (riža>kukuruz>soja>grah>pšenica).

Cilj istraživanja je bio utvrditi učinak primjenjenog hidratiziranog vapna na prinos te komponente prinosa i parametre kvalitete zrna pšenice u 2012. godini.

## Materijal i metode

Poljski pokus je postavljen u Posavskom kantonu (45°03'51.8"N 18°22'44.9"E), Bosna i Hercegovina (BiH) u ožujku 2011. godine. Preliminarnim istraživanjem je utvrđeno da se radi o tipu tla pseudoglej, vrlo kisele reakcije ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,50$ ;  $\text{pH}_{\text{KCl}} = 4,13$ ) i vrlo niskog sadržaja humusa (1,44%). Sadržaj biljci pristupačnog fosfora i kalija utvrđen AL metodom bio je umjeren (14,0 mg  $\text{P}_2\text{O}_5/100$  g tla), odnosno dobar (19,3 mg  $\text{K}_2\text{O}/100$  g tla).

U istraživanju je primjenjeno ukupno četiri tretmana: 0 t  $\text{ha}^{-1}$  (kontrola), 3,5 t  $\text{ha}^{-1}$ , 7,0 t  $\text{ha}^{-1}$  i 14 t  $\text{ha}^{-1}$  hidratiziranog vapna koje sadrži 72% CaO, 2% MgO i 21% vezane vode. Pokus je postavljen prema slučajnom bloknom rasporedu u četiri ponavljanja. Veličina cijelog pokusa uključujući zaštitne staze je iznosila 1300  $\text{m}^2$ , a veličina osnovne parcele 72,5  $\text{m}^2$ . Sorta pšenice Apache je posijana krajem listopada 2011. godine, a prije i tijekom vegetacije su primjenjene uobičajene agrotehničke mjere u intenzivnoj proizvodnji. U vrijeme žetve ručno su uzeti uzorci biljnog materijala s 1  $\text{m}^2$  (4 x 0,25  $\text{m}^2$ ) sa svake osnovne parcele kako bi se odredio prinos te broj klasova po  $\text{m}^2$ , masa 1000 zrna i hektolitarska masa. Analize sadržaja proteina (%), škroba (%), vlažnog glutena (%) i sedimentacija ( $\text{cm}^3$ ) u uzorcima zrna pšenice obavljene su u Agrokemijskom laboratoriju Poljoprivrednog instituta Osijek na Infratec 1241 Grain Analyser. Prikupljeni podaci su obrađeni računalnim programima Excel i SAS 9.1.3. Statistička obrada podataka je provedena analizom varijance uz korištenje F-testa, a značajnost razlika između prosječnih vrijednosti ispitivanih tretmana je ocijenjena pomoću LSD vrijednosti na razini 0,05.

Za interpretaciju vremenskih prilika tijekom vegetacijskog razdoblja 2011./2012. korišteni su podaci meteorološke postaje Gradište (Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske) udaljene oko 20 km od pokusne površine (Tablica 1.). Ukupna količina oborine tijekom vegetacije pšenice 2011./2012. (od listopada do lipnja) je bila manja oko 25% u usporedbi s višegodišnjim prosjekom od 1971.-1990. (VGP).

Tablica 1. Količina oborine (mm) i srednje mjesečne temperature zraka ( $^{\circ}\text{C}$ ) tijekom vegetacije ozime pšenice 2011./2012. te višegodišnji prosjek na meteorološkoj postaji Gradište

	Lis.	Stu.	Pro.	Sij.	Velj.	Ožuj.	Tra.	Svib.	Lip.	
Vegetacijska sezona ozime pšenice 2011/2012										Ukupno
mm	30	5	63	32	51	3	90	76	39	389
$^{\circ}\text{C}$	11,0	2,6	4,0	2,2	-3,4	9,5	13,0	16,9	22,8	8,7
Višegodišnji prosjek (1971.-1990.)										
mm	59	59	50	41	36	42	53	66	81	487
$^{\circ}\text{C}$	11,3	5,6	1,7	0,3	2,4	6,9	11,5	16,7	19,6	8,4

Naročito su sušni bili listopad i studeni te ožujak. Ostali mjeseci sa stajališta količine oborina su bili uglavnom na razini ili čak iznad vrijednosti VGP što ide u prilog većim prinosima

pšenice. Prosječna temperatura zraka za promatrano razdoblje je bila neznatno viša u usporedbi s VGP, ali uz određena odstupanja tijekom zimskog razdoblja. Prosinac i siječanj su bili neobično topli, a veljača izrazito hladna (Tablica 1.). Viša temperatura zraka je zabilježena u lipnju, krajem vegetacijskog razdoblja pšenice.

## Rezultati i rasprava

U provedenom istraživanju prosječan prinos zrna pšenice je iznosio 6,65 t ha<sup>-1</sup> što je zadovoljavajući prinos u usporedbi sa službenim podacima Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske za 2012. godinu (5,3 t ha<sup>-1</sup>). Općenito, kalcizacija je statistički značajno utjecala na prinos zrna i broj klasova po m<sup>2</sup>, ali ne i na masu 1000 zrna, vrlo bitnu komponentu prinosa (Tablica 2.). Druge godine nakon postavljanja pokusa najveći statistički opravdan prinos je ostvaren primjenom 7,0 t ha<sup>-1</sup> i 14,0 t ha<sup>-1</sup> hidratiziranog vapna. Povećanje prinosa na ova dva tretmana se može dovesti u vezu sa značajnim povećanjem broja klasova po m<sup>2</sup> (prosjeak 849 klasova po m<sup>2</sup>). Slične rezultate prikazuju Rastija i sur. (2016.) temeljem provedene kalcizacije s Fertdolomitom (24% CaO, 16% MgO, 3% N, 2,5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 3% K<sub>2</sub>O). Autori zaključuju kako je značajno povećanje broja klasova po m<sup>2</sup> rezultiralo linearnim povećanjem prinosa zrna pšenice. Carmeis i sur. (2017.) navode da je primjena 4 t ha<sup>-1</sup> vapna poboljšala kemijska svojstva tla četiri godine nakon kalcizacije. Isti autori ističu bolji razvoj korjenovog sustava na kalciziranom tlu što ima za posljedicu veći prinos zrna čak i u nepovoljnim uvjetima rasta. Utvrđena vrijednost hektolitarske mase je bila relativno niska, s neznatnim variranjima između tretmana.

Prve godine istraživanja na ovom pokusu Jović i sur. (2012.) navode kako je primjena vapna u količini od 14,0 t ha<sup>-1</sup> povećala prinos zrna kukuruza za 12% iako on nije bio signifikantno viši, što autori objašnjavaju nepovoljnijom godinom za kukuruz i vremenom primjene vkalcizacijskog materijala (neposredno prije sjetve kukuruza).

Tablica 2. Utjecaj kalcizacije na prinos i komponente prinosa pšenice

Kalcizacija (t ha <sup>-1</sup> )	Prinos (t ha <sup>-1</sup> )	Broj klasova (m <sup>2</sup> )	Masa 1000 zrna (g)	Hektolitarska masa (kg)
0	6,23	769	35,0	76,8
3,5	6,51	775	34,9	76,6
7,0	7,04	851	34,3	76,9
14,0	6,83	848	34,5	77,1
Prosjeak	6,65	810	34,7	76,8
LSD 5%	0,51	54,9	ns	ns

Kalcizacija je značajno povećala sadržaj proteina i sukladno tome sadržaj vlažnog glutena i sedimentacijsku vrijednost te se primjećuje uzlazni trend na kalciziranim tretmanima (Tablica 3.) Utvrđena razlika između kontrole i najvećeg tretmana iznosila je 1,7% proteina i 3,8% vlažnog glutena, što je i za očekivati obzirom na njihovu međusobnu pozitivnu korelaciju (Horvat i sur. 2013.). Utvrđene varijacije između tretmana su iznosile 4,0% za sadržaj vlažnog glutena i čak 11,1 cm<sup>3</sup> za sedimentaciju.

Tablica 3. Utjecaj kalcizacije na kvalitetu zrna pšenice

Kalcizacija (t ha <sup>-1</sup> )	Proteini (%)	Škrob (%)	Vlažni gluten (%)	Sedimentacija (cm <sup>3</sup> )
0	11,1	67,4	27,5	29,9
3,5	12,0	66,8	29,6	36,9
7,0	12,2	66,4	31,5	36,6
14,0	12,8	66,2	31,3	41,0
Prosjeak pokusa	12,0	66,7	30,0	36,1
LSD 5%	1,11	ns	2,31	5,91

Može se pretpostaviti da je na kalciziranim parcelama zbog poboljšanja svojstava tla došlo do boljeg razvoja korijenovog sustava i usvajanja veće količine dušika bitnog za stvaranje proteina u zrnu, a tome je pogodovala i nešto veća količina oborine u travnju i svibnju. S druge strane, sadržaj škroba u zrnu pšenice je bio najviši na kontroli, zbog negativne korelacije između sadržaja proteina i škroba.

Slične rezultate prikazuje istraživanje Iljkića i sur. (2011.) s primjenom dolomita (56% CaO i 40% MgO) kao vapnenog sredstva. Kalcizacija je statistički značajno utjecala na sadržaj škroba i vlažnog glutena u zrnu pšenice te je primjenom dolomita u količini od 10 i 15 t ha<sup>-1</sup> ostvaren najmanji sadržaj škroba u zrnu i najveći sadržaj vlažnog glutena.

## Zaključak

Općenito, kalcizacija je uobičajena mjera popravka kiselosti tla. Druge godina nakon postavljanja pokusa pšenica je pozitivno reagirala povećanjem prinosa i broja klasova po m<sup>2</sup> u usporedbi s kontrolnom varijantom. Na svim tretmanima kalcizacije utvrđen je veći prinos pri čemu je statistički najveći prinos postignut primjenom 7,0 t ha<sup>-1</sup> hidratiziranog vapna. Viši prinos se može povezati s većim brojem klasova jer je masa 1000 zrna na svim tretmanima ostala na istoj razini. Osim povećanja prinosa, kalcizacija je značajno utjecala i na kvalitetu zrna pšenice povećanjem sadržaja proteina za 15%, vlažnog glutena za 14% i sedimentacije za 37%.

## Literatura

- Andrić L., Rastija M., Teklić T., Kovačević, V. (2012). Response of maize and soybeans to liming. Turkish journal of agriculture and forestry. 36 (4): 415-420.
- Antunović M., Kovačević V., Bukvić G. (2008). Liming influences on maize and sugar beet yield and nutritional status. Cereal Research Communications. 36 (3-Supl.): 1839-1842.
- Carneis A. C. A., Crusciol C. A. C., Castilhos A. M. (2017). Liming demand and plant growth improvements for an Oxisol under long-term no-till cropping. Journal of agricultural science. 155 (7): 1093-1112.
- Dalla Nora D., Carneiro Amado T. J., Nicoloso R. S., Müller Gruhn E. (2017). Modern High-Yielding Maize, Wheat and Soybean Cultivars in Response to Gypsum and Lime Application on No-Till Oxisol, Revista Brasileira De Ciencia Do Solo. 41: e0160504, <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v41/0100-0683-rbcs-18069657rbcs20160504.pdf>
- Egner H., Riehm H., Domingo W. R. (1960). Investigations on the chemical soil analysis as a basis for assessing the soil nutrient status II. Chemical extraction methods for phosphorus and potassium determination. Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler 26: 199-215.
- Fageria N. K., Baligar V.C. (1999). Growth and nutrient concentrations of common bean, lowland rice, corn, soybean, and wheat at different soil pH on an inceptisol. Journal of Plant Nutrition. 22 (9): 1495-1507.
- Fageria N. K., Nascente A. (2014). Management of Soil Acidity of South American Soils for Sustainable Crop Production. Advances in Agronomy. 128: 221-275.
- Hede A. R., Skovmand B., López-Cesati J. (2001). Acid soils and aluminum toxicity. Objavljeno u *Application of Physiology in Wheat Breeding*, Reynolds M.P., Ortiz-Monasterio J. I., McNab A. (eds), 172-182. CIMMYT, Mexico.
- Horvat D., Đukić N., Magdić D., Mastilović J., Šimić G., Torbica A., Živančev D. (2013). Characterization of bread wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) by glutenin proteins. Cereal Research Communication. 41(1): 133-140.
- Iljkić D., Rastija M., Drezner G., Karalić K., Sudar R. (2011). Impacts of liming with dolomite on the wheat yield. Objavljeno u *Proceedings of the International Conference "Soil, Plant and Food Interactions"*, Škarpa P. (ed.), 141-146. Brno, Czech Republic: Faculty of Agronomy, Mendel University Brno.
- ISO. (1994). Soil quality – Pretreatment of samples for physico-chemical analyses. ISO 11464: 1994(E). Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.



- Jović J., Rastija M., Kovačević V., Iljkić D. (2012). Response of maize to liming in Posavina county (FB&H, Bosnia and Herzegovina). Objavljeno u *Proceedings – Conference of Agronomy Students with International Participation*, 9-12.2012. Banja Luka, Bosnia and Herzegovina: Faculty of Agriculture Banja Luka.
- Kovačević V., Banaj Đ., Kovačević J., Lalić A., Jurković Z., Krizmanić M. (2006). Influences of Liming on Maize, Sunflower and Barley. *Cereal Research Communications*. 34 (1): 553-556.
- Kovačević V., Antunović M., Varga I., Iljkić D., Jović J. (2017). Response of soybean and barley to fertdolomite application on acid soil. *Columella - Journal of Agricultural and Environmental Sciences (accepted for publication)*.
- Mesić M., Husnjak S., Bašić F., Kisić I., Gašpar I. (2009). Suvišna kiselost tla kao negativni čimbenik razvitka poljoprivrede u Hrvatskoj. Objavljeno u *Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma*, Marić S., Lončarić Z. (eds.), 9-18. Opatija, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
- Moreira A., Moraes L. A. C., Navroski D. (2017). Lime and Micronutrients Interaction in Soybean Genotypes Adapted to Tropical and Subtropical Conditions. *Communications in soil science and plant analysis*. 48 (7): 792-800.
- Rastija M., Kovačević V., Iljkić D., Drezner G., Varga I. (2016). Response of winter wheat to liming with Fertdolomit. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*. 66 (1): 342-345.
- Temesgen D., Getachew A., Ayalew A., Tolessa D., Julian G. J. (2017). Effect of lime and phosphorus fertilizer on acid soils and barley (*Hordeum vulgare* L.) performance in the central highlands of Ethiopia. *Expl Agric*. 53 (3): 432-444.
- Von Uexkull H. R., Mutert E. (1995). Global extent, development and economic impact of acid soils. *Plant and Soil*. 171: 1-15.

## Grain yield and quality of winter wheat on limed soil

### Abstract

The liming field trial was set up on the acid soil with four treatments of hydrated lime containing 72% CaO and 2% MgO as follows: 0 t ha<sup>-1</sup> (control), 3.5 t ha<sup>-1</sup>, 7.0 t ha<sup>-1</sup> and 14.0 t ha<sup>-1</sup> in four repetitions. The aim of this research was to determine liming effect on grain yield and some yield components (number of spikes per square meter, thousand grain weight) and quality (protein content, starch, wet gluten and Zeleny value) of winter wheat in the second year after liming. Statistical analysis showed significant effect of liming on grain yield and the number of spikes per m<sup>2</sup>. The grain yield ranged between 6.23 t ha<sup>-1</sup> (control) and 7.04 t ha<sup>-1</sup> (7.0 t ha<sup>-1</sup> lime). The yield increasing can be associated with a higher spikes density as liming didn't affect the thousand grain weight. Liming also significantly affected grain quality parameters except starch content. The protein content raised by 15%, wet gluten by 14% and Zeleny value by 37%.

**Key words:** liming, wheat, yield components, grain quality

## Utjecaj gnojidbe i mikrobiološkog preparata na sadržaj ulja i bjelančevina u zrnu soje

Jurica Jović<sup>1</sup>, Suzana Kristek<sup>1</sup>, Vlado Guberac<sup>1</sup>, Brigita Popović<sup>1</sup>, Daniela Horvat<sup>2</sup>, Drago Bešlo<sup>1</sup>, Ivan Romić<sup>3</sup>, Berislav Prakatur<sup>3</sup>, Ilija Ivanković<sup>3</sup>, Vladimir Ivezic<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (jjovic@pfos.hr)

<sup>2</sup>Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>3</sup>PPK Valpovo d.o.o., A. B. Šimića 27, 31550 Valpovo, Hrvatska

### Sažetak

Soja je najzastupljenija i najbitnija leguminoza koja se proizvodi zbog visokog sadržaja ulja i bjelančevina u zrnu. Cilj istraživanja bio je ustanoviti utjecaj gnojidbe različitim količinama dušika i fosfora te primjene mikrobiološkog preparata na sadržaj ulja i bjelančevina. Najveći sadržaj ulja iznosio je 22,55%, a najveći sadržaj bjelančevina 38,38%. Statistički značajne razlike između tretmana utvrđene su za sadržaj bjelančevina. Mikrobiološki preparat povećao je sadržaj bjelančevina u prosjeku za 0,6%. Utvrđena je negativna korelacija ( $r=-0.8399$ ) promatranih parametara. Iznadprosječne vrijednosti parametara ostvarene su na tretmanu sa smanjenom gnojidbom dušika.

**Ključne riječi:** mineralna gnojidba, mikrobiološki preparat, soja, ulje, bjelančevine

### Uvod

Soja (*Glycine max* L. Merr.) je najzastupljenija i najbitnija leguminoza na poljoprivrednim površinama diljem svijeta. Prema posljednjim statističkim podacima FAOSTAT Database (FAO, 2017.) soja je u 2014. godini prosječno uzgajana na oko 117 milijuna hektara svjetskih oranica uz ukupnu proizvodnju od oko 306,5 milijuna tona i prosječni prinos od 2,6 t ha<sup>-1</sup>. Zbog visokog sadržaja ulja (19-22%) i bjelančevina (35-41%) u zrnu koristi se u ljudskoj prehrani i hranidbi stoke (Popović i sur., 2012.). Boroomandan i sur. (2009.) navode kako gnojidba dušikom u proizvodnji soje nije uobičajena agrotehnička mjera te smatraju kako fiksacijom atmosferskog dušika nisu uvijek zadovoljene potrebne količine dušika za postizanje maksimalnih prinosa. Također, u svom istraživanju navode kako gnojidba dušikom može povećati sintezu bjelančevina. Fosfor je jedan od glavnih esencijalnih hraniva za biljku kojeg ne može zamjeniti niti jedan drugi element pa gnojidba fosforom ima bitnu ulogu u ostvarenju visokih prinosa (Lott i sur., 2011.). U svom istraživanju, Antunović i sur. (2012.), navode kako je gnojidba s povećanom količinom fosfora (975 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) značajno povećala sadržaj bjelančevina u zrnu soje. Također, Yin i sur. (2016.) zaključili su kako veće količine fosfora utječu na povećanje sadržaja bjelančevina i na smanjenje sadržaja ulja kod soje. Hayat i sur. (2010.) navode kako upotreba mikrobioloških inokulanata u svrhu povećanja pristupačnosti hraniva u tlu u zadnja dva desetljeća naglo raste te nudi jeftino rješenje poljoprivrednim proizvođačima.

Stoga, cilj ovog istraživanja bio je ustanoviti utjecaj gnojidbe različitim količinama dušika i fosfora te primjene mikrobiološkog preparata na sadržaj ulja i bjelančevina u zrnu soje.

### Materijal i metode

Poljski gnojidbeni pokus s različitim količinama fosfora i dušika te primjenom mikrobiološkog preparata postavljen je u jesen 2015. godine u Brođancima na proizvodnim

površinama PPK Valpovo (Osječko-baranjska županija) na močvarnom glejnom hipoglejnom karbonatnom tlu. Tip tla prema Škoriću (1977.) određen je na temelju sondažnog izvotka (Lončarić i sur., 2014.). Prethodnom kemijskom analizom tla ustanovljeno je kako je tlo umjereno alkalne pH reakcije, vrlo bogato opskrbljeno fosforom i kalijem te bogato organskom tvari (Tablica 1.).

Tablica 1. Kemijska svojstva tla oraničnog sloja (0 – 30 cm) prije postavljanja pokusa

pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	Humus %	CaCO <sub>3</sub> %	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg 100 g <sup>-1</sup> tla	AL-K <sub>2</sub> O
8,60	7,10	3,30	2,93	28,34	26,79

Pokus je postavljen prema shemi slučajnog blokno rasporeda u četiri ponavljanja. Površina osnovne parcelice iznosila je 162 m<sup>2</sup>. Gnojidba je uključivala osnovnu gnojidbu u jesen s 120 kg ha<sup>-1</sup> monoamonijevog fosfata (MAP 13% N + 53% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i 150 kg ha<sup>-1</sup> kalijeve soli (KCl 60%). Predsjetveno je obavljena gnojidba s 150 kg ha<sup>-1</sup> kalcij amonijevog nitrata (KAN 27% N + 4,8% MgO) te tretiranje tla mikrobiološkim preparatom Terra Condi, tvrtke Em-Tehnologija d.o.o., Valpovo, u količini od 40 l ha<sup>-1</sup>. Kalijeva sol je aplicirana u istoj količini po cijeloj površini, dok je gnojidba KAN-om i MAP-om bila različita. Kako je s monoamonijevim fosfatom dodana i određena količina dušika, bilo je potrebno povećati, odnosno smanjiti količinu dušika na pojedinim tretmanima što je učinjeno dodatkom KAN-a (Tablica 2.). Pokus se sastojao od 8 različitih tretmana: 1. kontrola (K); 2. kontrola uz mikrobiološki preparat (KMP); 3. smanjena gnojidba fosforom za 50% (P); 4. smanjena gnojidba fosforom za 50% uz mikrobiološki preparat (PMP); 5. smanjena gnojidba dušikom za 50% (N); 6. smanjena gnojidba dušikom za 50% uz mikrobiološki preparat (NMP); 7. puna gnojidba (MG) te 8. puna gnojidba uz mikrobiološki preparat (MGMP). Puna gnojidba predstavlja gnojidbu preporučenim količinama mineralnih gnojiva temeljem analize tla, a smanjena reduciranu gnojidbu s obzirom na preporučene količine. Mikrobiološki preparat je apliciran pomoću prskalice i sjetvospremača, dok je gnojidba obavljena pomoću rasipača mineralnih gnojiva.

Tablica 2. Korištena količina mineralnih gnojiva, odnosno ukupnog dušika, fosfora i kalija na pojedinim tretmanima

Tretmani	KAN kg ha <sup>-1</sup>	MAP kg ha <sup>-1</sup>	KCl kg ha <sup>-1</sup>	N kg ha <sup>-1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg ha <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup>
K	0	0	150	0	0	90
KMP	0	0	150	0	0	90
P	180	60	150	56,4	31,8	90
PMP	180	60	150	56,4	31,8	90
N	50	120	150	29,1	63,6	90
NMP	50	120	150	29,1	63,6	90
MG	150	120	150	56,1	63,6	90
MGMP	150	120	150	56,1	63,6	90

Tretmani: K = kontrola; KMP = kontrola uz mikrobiološki preparat; P = smanjena gnojidba fosforom za 50 %; PMP = smanjena gnojidba fosforom za 50 % uz mikrobiološki preparat; N = smanjena gnojidba dušikom za 50 %; NMP = smanjena gnojidba dušikom za 50 % uz mikrobiološki preparat; MG = puna gnojidba te MGMP = puna gnojidba uz mikrobiološki preparat.

Sjetva je obavljena u proljeće 2016. godine sa pneumatskom sijačicom Lemken Solitair na međuredni razmak od 25 cm. Sijana je srednje rana sorta soje Ika, 0-I grupe zriobe, Poljoprivrednog instituta Osijek, a sjetvena norma iznosila je 12 kg ha<sup>-1</sup>. Uzorak za određivanje bjelančevina i ulja uzet je ručno s površine od 2 m<sup>2</sup> u trenutku žetve. Sadržaj bjelančevina i ulja određen je u laboratoriju Poljoprivrednog instituta Osijek pomoću Infratec 1241 Grain Analyser (Foss, Danska), uređaja koji radi na principu NIT tehnologije (Near Infrared Transmission) odnosno bliske infracrvene (570-1050 nm) transmisije.

Dobiveni podaci statistički su obrađeni kroz analizu varijance (ANOVA) te korelacijsku analizu pomoću računalnog programa „Microsoft Excel“ i programa „SAS“, a statistički značajne razlike između tretmana utvrđene su Tukeyvim HSD testom.

## Rezultati i rasprava

Prosječni sadržaj ulja u zrnu soje iznosio je 22%, dok je prosječni sadržaj bjelančevina iznosio 37,40%. Najveći sadržaj ulja u zrnu ostvaren je na tretmanu sa smanjenom gnojidbom fosfora i iznosio je 22,55%. Između pojedinih tretmana nema statistički značajnih razlika u sadržaju ulja (Tablica 3.).

Tablica 3. Prosječni sadržaj ulja i bjelančevina u zrnu soje na pojedinim tretmanima

Tretmani	Sadržaj ulja	Sadržaj	Ukupni sadržaj
		bjelančevina	
		%	
K	21,93 a	37,73 ab	59,66 ab
KMP	21,73 a	38,23 ab	59,96 ab
P	22,55 a	35,58 c	58,13 c
PMP	22,25 a	36,30 bc	58,55 bc
N	22,15 a	37,78 ab	59,93 ab
NMP	21,73 a	38,38 a	60,11 a
MG	21,93 a	37,28 abc	59,21 abc
MGMP	21,73 a	37,88 ab	59,61 ab
Prosjek	<b>22,00</b>	<b>37,40</b>	<b>59,40</b>
Tukey Test	<b>ns</b>	<b>p &lt; 0,001</b>	<b>p &lt; 0,001</b>

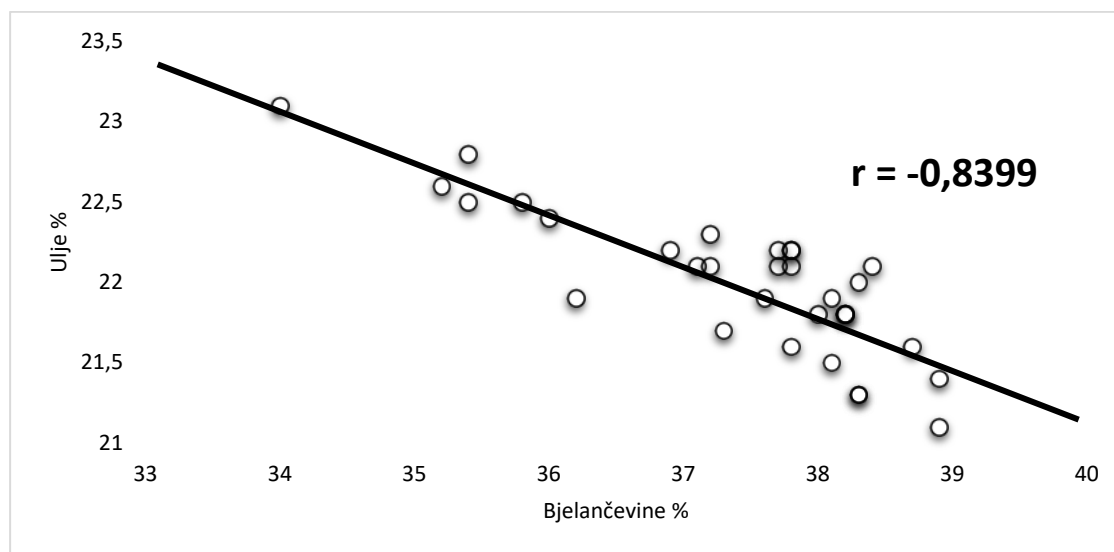
Tretmani: K = kontrola; KMP = kontrola uz mikrobiološki preparat; P = smanjena gnojidba fosforom za 50 %; PMP = smanjena gnojidba fosforom za 50 % uz mikrobiološki preparat; N = smanjena gnojidba dušikom za 50 %; NMP = smanjena gnojidba dušikom za 50 % uz mikrobiološki preparat; MG = puna gnojidba te MGMP = puna gnojidba uz mikrobiološki preparat

Najveći sadržaj bjelančevina iznosio je 38,38%, a ostvaren je na tretmanu sa smanjenom gnojidbom dušika uz primjenu mikrobiološkog preparata. Tretman sa smanjenom gnojidbom fosfora imao je najmanji sadržaj bjelančevina od 35,58%, odnosno bio je za 7,3% niži od najvećeg ostvarenog sadržaja bjelančevina i za 4,9% niži od prosječne vrijednosti. Statistički značajne razlike ustanovljene su između tretmana P i NMP te tretmana PMP i NMP (Tablica 3.). Tretman sa smanjenom količinom dušika ostavario je iznadprosječne vrijednosti za sve promatrane parametre, dok je tretman pune gnojidbe imao vrijednosti ispod prosjeka.

Također, podaci iz Tablice 3. ukazuju na činjenicu da je na tretmanima s mikrobiološkim preparatom sadržaj bjelančevina u prosjeku za 0,6% veći u odnosu na tretmane bez mikrobiološkog preparata, dok je sadržaj ulja u prosjeku za 0,28% veći na tretmanima bez mikrobiološkog preparata. Pretpostavka je da su mikroorganizmi utjecali na povećanje biljci pristupačnih hraniva što je rezultiralo povećanjem bjelančevina u zrnu soje, jer kako navode brojni autori (Antunović i sur., 2012.; Boroomandan i sur., 2009.; Yin i sur., 2016.), povećanje dušika, odnosno fosfora, utječe na povećanje sadržaja bjelančevina u zrnu soje. Kristek i sur. (2015.) ustanovili su kako je kombinirana inokulacija sjemena soje nitrofikirajućim bakterijama *Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasilense* i *Azotobacter chroococcum* u svim istraživanim varijantama ostvarila značajno više vrijednosti sadržaja bjelančevina u odnosu na kontrolnu varijantu.

Na osnovi podataka o sadržaju ulja i bjelančevina određeno je ukupno iskorištenje, odnosno ukupni sadržaj (%) ulja i bjelančevina u zrnu (Tablica 3.). Prosječna vrijednost ukupnog sadržaja iznosila je 59,40%, dok je najveća vrijednost iznosila 60,11%, a najmanja 58,13%. Statistički značajne razlike utvrđene su kod tretmana sa smanjenom gnojibom fosfora i smanjenom gnojibom dušika uz primjenu mikrobiološkog preparata. Također, kod tretmana sa smanjenom gnojibom fosfora uz primjenu mikrobiološkog preparata i tretmana sa smanjenom gnojibom dušika uz primjenu mikrobiološkog preparata zabilježena je statistički značajna razlika.

Negativna korelacija s utvrđenom vrijednošću od  $r = -0,8399$ , ukazuje na vrlo jaku povezanost sadržaja ulja i sadržaja bjelančevina u zrnu soje (Grafikon 1.) što je u skladu s rezultatima drugih autora (Chun i sur., 2003.; Popović i sur., 2013.).



Grafikon 1. Linearni prikaz međusobne povezanosti sadržaja ulja (%) i bjelančevina (%) u zrnu soje.

## Zaključak

Smanjena gnojidba fosforom utjecala je na povećanje sadržaja ulja i smanjenje sadržaja bjelančevina u zrnu soje, dok je primjena mikrobiološkog preparata utjecala na povećanje sadržaja bjelančevina u odnosu na tretmane bez mikrobiološkog preparata. Iznadprosječne vrijednosti promatranih parametara utvrđene su na tretmanu sa smanjenom gnojibom dušika, dok su vrijednosti parametara na tretmanu pune gnojidbe bile ispod prosjeka. Potrebna su dodatna istraživanja kako bi što detaljnije utvrdio utjecaj gnojidbe i primjene mikrobiološkog preparata na sadržaj ulja i bjelančevina u zrnu soje.

## Literatura

- Antunović M., Rastija M., Sudarić A., Varga I., Jović J. (2012.). Response of soybean to phosphorus fertilization under drought stress conditions. *Növénytermelés*. 61 (2): 117-120.
- Boroomandan P., Khoramivafa M., Haghi Y., Ebrahimi A. (2009.). The effects of nitrogen starter fertilizer and plant density on yield, yield components and oil and protein content of soybean (*Glycine max* L. Merr). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 12 (4): 378-382.
- Chung J., Barka H. L., Staswick P. E., Le D. J., Gregan P. B., Shoemaker R. C., Specht J. E. (2003.). The seed protein, oil and yield QTL on soybean linkage group I. *Crop Sciences*. 43: 1053-1067.
- FAOSTAT, (2017.). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. [16.11.2017.].
- Hayat R., Safdar Ali S., Amara U., Khalid R., Ahmed I. (2010.). Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Ann Microbiol* 60: 579–598.
- Kristek S., Kristek A., Kraljićak Ž., Jović J., Antinac I. (2015.). Utjecaj nitrofikisirajućih bakterija na elemente prinosa i kvalitete soje. *Zbornik radova 50. hrvatskog i 10. međunarodnog simpozija agronoma / Pospišil, Milan (ur.). Zagreb : Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, 2015. 84-88.*
- Lončarić Z., Rastija D., Popović B., Karalić K., Ivezić V., Zebec V. (2014.). Uzorkovanje tla i biljke za agrokemijske i pedološke analize. *Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Osijek.*
- Lott J. N. A., Kolasa J., Batten G. D., Campbell L. C. (2011.). The critical role of phosphorus in world production of cereal grains and legume seeds. *Food Security*. 3:451–462.
- Popovic V., Miladinovic J., Tatić M., Đekić V., Dozet G., Grahovac N. (2013.). Stability of soybean yield and quality components. *African Journal of Agricultural Research*. 8 (45): 5651-5658.
- Popovic V., Jaksic S., Glamoclija D., Grahovac N., Djekic V., Mickovski Stefanovic V. (2012.). Variability and correlations between soybean yield and quality components. *Romanian Agricultural Research*. 29: 131-137.
- Škorić, A. (1977.). Tipovi naših tala. *Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Udžbenici Sveučilišta u Osijeku. Sveučilišna naklada Liber. Zagreb.*
- Yin X., Bellaloui N., McClure A. M., Tyler D. D., Mengistu A. (2016.). Phosphorus fertilization differentially influences fatty acids, protein, and oil in soybean. *American Journal of Plant Sciences*. 7: 1975-1992.

## Influence of fertilization and microbiological preparation on oil and protein content in soybean grain

### Abstract

Soybean is the most widespread and the most important legume, produced due to its grain composition high in oil and protein content. The aim of this study was to determine the influence of fertilization with different amounts of nitrogen and phosphorus, and the application of microbiological preparations to the content of oil and protein. The highest oil content was 22.55% and the highest protein content was 38.38%. Statistically significant differences were found in relation to the protein content. The microbiological preparation increased protein content by 0.6% on average. Analysis of correlation showed a negative significant correlation between oil and protein content ( $r = -0.8399$ ). Above average values were achieved on treatments with lower levels of nitrogen fertilizers.

**Key words:** mineral fertilization, microbiological preparation, soybean, oil, protein

## Mogućnost korištenja trave *Miscanthus* uzgojene na tlima lošije kvalitete kao čvrstog biogoriva

Vanja Jurišić<sup>1</sup>, Tajana Krička<sup>1</sup>, Ana Matin<sup>1</sup>, Mateja Grubor<sup>1</sup>, Alan Antonović<sup>2</sup>, Neven Voća<sup>1</sup>, Mislav Kontek<sup>1</sup>, Nikola Bilandžija<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska (vjurisic@agr.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

U radu je istražena mogućnost neposrednog izgaranja biomase *Miscanthus x giganteus*, uzgojene na tlu lošije kvalitete, s ciljem utvrđivanja mogućnosti korištenja i stabljike i lišća biljke, a s obzirom na jesenski rok žetve. Analizirani su svi parametri za utvrđivanje energetskog potencijala sirovine. Gornja ogrjevna vrijednost, kao najvažniji parametar, iznosila je 16,58-17,13 MJ/kg za stabljiku, odnosno 16,49-17,20 MJ/kg za lišće analizirane biomase. Nije se utvrdila razlika u kvaliteti biomase uzgojene na tlu lošije u odnosu na tlo bolje kvalitete. Stoga se može zaključiti da je biomasa miskantusa, unatoč jesenskom roku žetve, vrlo dobre kvalitete za proces neposrednog izgaranja.

**Ključne riječi:** *Miscanthus x giganteus*, tla lošije kvalitete, biomasa, čvrsto biogorivo, kvaliteta

### Uvod

*Miscanthus* je obećavajuća lignocelulozna energetska kultura s visokim potencijalom održive proizvodnje u područjima s umjerenom klimom (Heaton i sur., 2010.) i na tlima lošije kvalitete. Shortall (2013.) je definirao tla lošije kvalitete kao tla: (1) nepogodna za uzgoj usjeva za prehrambeni lanac, (2) nepogodnog fizikalnog i kemijskog sastava (npr. niski pH), i (3) marginalna s ekonomskog aspekta proizvodnje (npr. visoka nadmorska visina). Nekoliko je načina korištenja energije koju sadrži lignocelulozna biomasa, pri čemu su najvažnija tri načina pretvorbe i to neposredno izgaranje, anaerobna digestija s proizvodnjom biometana i alkoholna fermentacija s proizvodnjom etanola. Neposredno izgaranje odnosi se na postupak potpunog iskorištenja biomase u obliku toplinske energije.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi potencijal korištenja biomase *Miscanthus x giganteus* kao čvrstog biogoriva za neposredno izgaranje, ovisno o tipu tla na kojem je biomasa uzgojena. Osim toga, analizirani su odvojeni dijelovi biljke – stabljika i lišće, kako bi se utvrdio energetski potencijal lišća u jesenskom roku žetve.

### Materijal i metode

U istraživanju je korištena biomasa energetske kulture *Miscanthus x giganteus*, uzgojene na dvije lokacije, Donja Bistra (Zagrebačka županija, 45°55'06.2"N 15°50'32.5"E) i Medvednica (Krapinsko-zagorska županija, 45°55'37.7"N 15°58'28.7"E), kao lokacija na visokoj nadmorskoj visini (650 m) koja pripada kategoriji tala slabije kvalitete. Oba nasada su starosti 7 godina, a uzorkovanje je provedeno ručno tijekom studenog 2017. god. Biomasa je osušena prirodnim putem, nakon čega je ručno odvojeno lišće od stabljike te su uzorci usitnjeni u laboratorijskom mlinu (IKA, Njemačka). Potom je standardnim metodama utvrđen sadržaj vode (HRN EN 18134-2:2015), pepela (HRN EN ISO 18122:2015), koksa

(EN 15148:2009), fiksiranog ugljika (računski) i hlapive tvari (EN 15148:2009). Elementarni sastav određen je standardnim metodama i to za sadržaj ugljika i vodika HRN EN ISO 16948:2015, sumpora 16994:2016, dok je kisik dobiven računski. U IKA C200 kalorimetru (IKA, Njemačka) je utvrđena ogrjevna vrijednost u uzorcima (HRN EN 14918:2010). Nadalje, u uzorcima je utvrđen sadržaj lignina, hemiceluloze i celuloze (modificirana metoda ISO 5351-1:2002).

## Rezultati i rasprava

Energija koja se temelji na biomasi kao energentu, zahtjeva visokokvalitetne usjeve s visokim prinomom. Žetva trave *Miscanthus x giganteus* provedena je na dvije lokacije s ciljem utvrđivanja energetske svojstava u stabljici, odnosno listu. U Tablici 1 prikazan je sadržaj lignina, celuloze i hemiceluloze u analiziranoj biomasi, dok su u Tablici 2 prikazani najvažniji parametri s aspekta njene energetske iskoristivosti.

Tablica 1. Sadržaji lignina, celuloze i hemiceluloze u biomasi *Miscanthus x giganteus*

Lokacija	Lignin* (%)	Celuloza (%)	Hemiceluloza (%)
Medvednica			
<b>Stabljika</b>	27,10	49,20	8,48
<b>List</b>	31,88	40,57	11,01
Donja Bistra			
<b>Stabljika</b>	30,15	51,36	8,95
<b>List</b>	29,90	44,68	7,59

\*izraženo na suhu tvar

Iz Tablice 1 vidljivo je da se sadržaj celuloze kretao između 40,57 % i 51,36 %, pri čemu je veći sadržaj utvrđen u stabljici, nego u lišću. Sadržaj hemiceluloze bio je vrlo nizak, kako u stabljici, tako i u lišću te se kretao između 7,59 % i 11 %, dok je sadržaj lignina bio u očekivanim granicama, od 27 % do 32 %, što je vrlo dobro s aspekta neposrednog izgaranja, budući da upravo lignin doprinosi boljoj gorivosti sirovine.

Tablica 2. Sadržaji gorivih tvari u biomasi *Miscanthus x giganteus*

Lokacija	Voda (%)	Pepeo* (%)	Koks (%)	Cfix (%)	Hlapive tvari (%)
Medvednica					
<b>Stabljika</b>	45,98	2,16	14,78	12,62	78,79
<b>List</b>	46,85	5,58	16,37	10,79	75,50
Donja Bistra					
<b>Stabljika</b>	46,89	2,05	13,86	11,81	79,95
<b>List</b>	47,81	8,26	21,39	13,13	71,20

\*izraženo na suhu tvar

Iz Tablice 2 je vidljivo da je sadržaj pepela kod stabljike oba uzorka bio između 2,16 % i 2,05 %, odnosno u granicama koje propisuje norma EN-14961-A2 za čvrstu biomasu. S druge strane, sadržaj pepela bio je značajno viši u uzorcima lišća analizirane trave (5,58-8,26 %). Navedene vrijednosti su u skladu s rezultatima dobivenim u istraživanju Baxter i sur. (2014.), koji su utvrdili sadržaj pepela u stabljici između 1-3 %, odnosno 4-6 % u lišću uzoraka trave *Miscanthus x giganteus*. Sadržaj pepela bio je nešto viši, no navedeno se može



obrazložiti ranim rokom žetve. Baxter i sur. (2014.) su, također, utvrdili trend smanjenja sadržaja pepela s daljnjim provedenim rokovima žetve. Govoreći o sadržaju koksa i fiksiranog ugljika, oba parametra bila su nešto viša nego je to utvrđeno u prijašnjim istraživanjima na nasadima *Mischantus x giganteus* u RH. Tako se, primjerice, sadržaj koksa u istraživanju Jurišić i sur. (2014.) u cijeloj biljci kretao oko 11,5 %. U slučaju stabljike, u ovom istraživanju, sadržaj koksa kretao se od 13,86-14,78 %, dok se kod lišća kretao od 16,37-21,39 %. S obzirom na činjenicu da sadržaj koksa ukazuje na visokokvalitetnu sirovinu za potrebe neposrednog izgaranja, može se reći da su dobiveni rezultati vrlo dobri. Vrijednosti fiksiranog ugljika kretale su se od 11,81-12,62 % za stabljiku, odnosno od 10,79-13,13 % za lišće istraživanih uzoraka. Dobiveni rezultati nešto su viši od onih dobivenih u istraživanju trave *Mischantus x giganteus* Jurišić i sur. (2014.). Međutim, s obzirom da je visoki sadržaj fiksiranog ugljika svojstvo poljoprivredne biomase, kao i činjenica da ono ukazuje na pozitivna svojstva biomase za neposredno izgaranje (Vassilev i sur., 2010.; Kreil i Broekema, 2010.), može se utvrditi da je analizirana biomasa s ovog aspekta vrlo kvalitetna. Iz Tablice 2 je također vidljivo da se sadržaj hlapivih tvari u istraživanim uzorcima kretao između 78,79 % i 79,95 % kod stabljike, odnosno između 71,20 % i 75,50 % kod lišća *Mischantus x giganteus*, što ih čini vrlo dobrim sirovinama za neposredno izgaranje. Tome u prilog ide i odnos hlapive tvari/fiksirani ugljik, koji je za sve uzorke bio >3,5 (Vassilev i sur., 2010.; Jurišić i sur., 2014.). U Tablici 3 prikazan je elementarni sastav analizirane biomase.

Tablica 3. Sadržaj ugljika, vodika, dušika, sumpora i kisika u analiziranoj biomasi

Lokacija	C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	O (%)
Medvednica (MGM)					
<b>Stabljika</b>	56,19	5,85	0,41	0,19	37,36
<b>List</b>	56,40	5,83	0,78	0,19	36,80
Donja Bistra (MGDB)					
<b>Stabljika</b>	51,33	5,72	0,36	0,19	42,40
<b>List</b>	50,48	5,66	0,95	0,21	42,70

U Tablici 3 prikazan je elementarni sastav stabljike i lišća *Mischantus x giganteus*. Ugljik i kisik reagiraju tijekom izgaranja, tvoreći pritom CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O, te na taj način pozitivno doprinose gorivosti sirovine i samom procesu izgaranja (Oberberger i Thek, 2004.). Sadržaj ugljika kretao se oko 56 % kod uzorka MGM, dok je kod uzorka MGDB bio nešto manji, oko 51 %. Govoreći o kisiku, za uzorak MGM kretao se oko 37 %, dok se za uzorak MGDB kretao oko 42,5 %. S obzirom na dosadašnje podatke vezane za analize *Mischantus x giganteus* i općenito poljoprivredne biomase (Jeguirim i Trouvé, 2009.; García i sur., 2012.; Jurišić i sur., 2015.), može se utvrditi nešto veći sadržaj ugljika, što ukazuje na vrlo kvalitetnu sirovinu za neposredno izgaranje. Budući da se dušik tijekom izgaranja gotovo u potpunosti pretvara u plinove N<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>, koji imaju negativan utjecaj na okoliš (García i sur., 2012.), poželjni je manji udio prisutan u biljci. U lišću analizirane biomase, dušik se kretao u vrijednostima od 0,36-0,41 %, što je vrlo zadovoljavajuće, međutim kod stabljike oba uzorka, kretao se od 0,78-0,95 %, što je nešto više od vrijednosti dobivenih u dosadašnjim istraživanjima trave *Mischantus x giganteus* (García i sur., 2012.; Meehan i sur., 2013.; Jurišić i sur., 2015.). Međutim, Baxter i sur. (2014.) su utvrdili smanjenje sadržaja dušika s kasnijim rokovima žetve. Jednako kao i dušik, i sumpor tijekom izgaranja biomase doprinosi stvaranju nepoželjnih plinova (SO<sub>x</sub>) te je stoga poželjan manji sadržaj. U analiziranoj biomasi, neovisno o lokaciji i dijelu biljke, utvrđen je sadržaj oko 0,20 %, što je manje nego

u istraživanju Jurišić i sur. (2015.) i Bilandžije i sur. (2013.) na travi *Mischantus x giganteus*. Sadržaj vodika kretao se između 5,66 % i 5,85 % kod analizirane biomase, što je nešto više nego u istraživanju Jurišić i sur. (2015.), a približno jednako istraživanju Meehan i sur. (2013.). Ovakav sadržaj vodika je zadovoljavajući, budući da vodik, zajedno s ugljikom, pozitivno djeluje na proces neposrednog izgaranja biomase. U Tablici 4 prikazane su donja i gornja ogrjevna vrijednost analizirane biomase.

Tablica 4. Donja i gornja ogrjevna vrijednost analizirane trave *Mischantus x giganteus*

Lokacija	HHV* (MJ/kg)	LHV (MJ/kg)
Medvednica		
<b>Stabljika</b>	16,58	15,31
<b>List</b>	17,20	15,93
Donja Bistra		
<b>Stabljika</b>	17,13	15,88
<b>List</b>	16,49	15,25

\*izraženo na suhu tvar

Iz Tablice 4 vidljivo je da se gornja ogrjevna vrijednost kretala od 16,58 MJ/kg do 17,13 MJ/kg za stabljiku, odnosno od 16,49 MJ/kg do 17,20 MJ/kg za lišće analizirane trave. Uspoređujući ogrjevne vrijednosti s istraživanjem Meehan i sur. (2013.), koji su dobili LHV vrijednosti 7,63 MJ/kg za stabljiku i 8,48 MJ/kg za list, može se utvrditi da su vrijednosti dobivene u ovom istraživanju iznimno dobre, posebice uzevši u obzir jesenski rok žetve. S obzirom na vrlo dobru ogrjevnju vrijednost utvrđenu kod lišća, ne može se zanemariti doprinos gorivosti biomase, posebno imajući na umu uobičajenu praksu da se biomasa *Mischantus* za potrebe neposrednog izgaranja žanje u kasnijim rokovima žetve, kada je prinos manji, odnosno kada se većina preostale biomase odnosi na stabljiku.

## Zaključak

Analizirana biomasa *Mischantus x giganteus* pokazala je vrlo dobra svojstva s aspekta neposrednog izgaranja. Naime, neovisno o tipu tla na kojem je uzgojena, biomasa je pokazala vrlo dobra goriva svojstva, čak i uz činjenicu da je žetva provedena u jesenskom roku. Osim toga, analizirani su odvojeni dijelovi biljke – stabljika i lišće, kako bi se utvrdio energetski potencijal lišća u jesenskom roku žetve. Nije se utvrdila razlika u kvaliteti biomase uzgojene na tlu lošije u odnosu na tlo bolje kvalitete. Stoga se može zaključiti da je biomasa *Mischantus x giganteus*, unatoč jesenskom roku žetve, vrlo dobre kvalitete za proces neposrednog izgaranja.

## Napomena

Ovo istraživanje financirano je od strane H2020 BBI-DEMO projekta „*Growing Advanced industrial Crops on marginal lands for bioRefineries*” i Hrvatske zaklade za znanost, projekt 3328 „*Converting waste agricultural biomass and dedicated crops into energy and added value products – bio-oil and biochar production*”.

## Literatura

- Baxter X. C., Darvell L. I., Jones J. M., Barraclough T., Yates N. E., Shield I. (2014). *Miscanthus* combustion properties and variations with *Miscanthus* agronomy. *Fuel*, 117(Part A): 851-869.
- Bilandžija N., Jurišić V., Leto J., Matin A., Voća N. (2013). Energetske karakteristike trave *Miscanthus x giganteus* kao CO<sub>2</sub>-neutralnog goriva. Objavljeno u Zborniku radova „48. hrvatski i 8. međunarodni simpozij agronoma“, Marić S., Lončarić Z. (ur.), 55-59. Dubrovnik, Hrvatska.
- García R., Pizarro C., Lavín A. G., Bueno J. L. (2012). Characterization of Spanish biomass wastes for energy use. *Bioresource technology*, 103(1): 249-258.

- Heaton E. A., Dohleman F. G., Miguez A. F., Juvik J. A., Lozovaya V., Widholm J., Zobotina O. A., McIsaac G. F., Mark B. (2010). Miscanthus: a promising biomass crop. *Advances in Botanical Research*, 56: 75–137.
- HRN EN ISO: 18134-3:2015(2015) Solid biofuels - Determination of moisture content -- Oven dry method -- Part 3: Moisture in general analysis simple; 18122:2015 (2015) Solid biofuels - Methods for the determination of ash content; 15148:2010 (2010) Solid biofuels - Method for the determination of the content of volatile matter; HRN EN ISO 16948:2015 (2015) Solid biofuels -- Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen; HRN EN ISO 16994:2016 (2016) Solid biofuels -- Determination of total content of sulfur and chlorine; HRN EN 14918:2010 (2010) Solid biofuels -- Determination of calorific value. Bruxelles, Belgija, Europska komisija za standardizaciju
- Iqbal Y., Gauder M., Claupein W., Graeff-Hönninger S., Lewandowski I. (2015). Yield and quality development comparison between miscanthus and switchgrass over a period of 10 years. *Energy*, 89: 268-276.
- Jeguirim C., Trouvé G. (2009). Pyrolysis characteristics and kinetics of *Arundo donax* using thermogravimetric analysis. *Bioresource technology*, 100: 4026-4031.
- Jurišić V., Bilandžija N., Krička T., Leto J., Matin A., Kuže I. (2014). Fuel Properties' Comparison of Allochthonous *Miscanthus x giganteus* and Autochthonous *Arundo donax* L.: a Study Case in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 79(1): 7-11.
- Kreil, K, Broekema, S. (2010). Chemical and Heat Value Characterization of Perennial Herbaceous Biomass Mixtures. Analysis report. Microbeam Technologies. Sjeverna Dakota, SAD.
- Meehan P. G., Finnan J. M., Mc Donnell K. P. (2013). The effect of harvest date and harvest method on the combustion characteristics of *Miscanthus x giganteus*. *GCB Bioenergy*, 5: 487-496.
- Obernberger I., Thek, G. (2004). Physical characterisation and chemical composition of densified biomass fuels with regard to their combustion behaviour. *Biomass & Bioenergy*, 27: 653-669.
- Shortall, O. (2013). Marginal land for energy crops. Exploring definitions and embedded assumptions. *Energy Policy*, 62: 19-27.
- Vassilev S. V., Baxter D., Andersen L. K., Vassileva C. G. (2010). An overview of the chemical composition of biomass. *Fuel*, 89: 913-933.

## Potential for utilization of *Miscanthus* grown on marginal land as solid biofuel

### Abstract

Direct combustion potential of *Miscanthus x giganteus*, grown on low quality soil, was investigated in this study, along with the possibility of utilizing both, stem and leaves, due to early harvesting time. All parameters for determining the biomass energy potential have been analyzed. HHV, as the most important parameter, was found to be 16.58-17.13 MJ/kg for stem, and 16.49-17.20 MJ/kg for leaves. There was no observed difference in biomass quality cultivated on marginal soil than on soil of high quality. Therefore, it can be concluded that *Miscanthus x giganteus* biomass, despite early harvesting time, is high-quality for direct combustion process.

**Key words:** *Miscanthus x giganteus*, marginal land, biomass, solid biofuel, quality

## Utjecaj načina sjetve na prinos zrna kukuruza

Dragan Jurković<sup>1</sup>, Nikolina Kajić<sup>1</sup>, Anamarija Banaj<sup>2</sup>, Đuro Banaj<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru, Biskupa Čule bb, Mostar, BiH (dragan.jurkovic@apfmo.org)*

<sup>2</sup>*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska*

### Sažetak

U radu su prikazani rezultati primjene sjetve kukuruza Twin Row tehnologijom u BiH na površinama OPG-a Jović, Prud (Odžak) uporabom sijačica Gaspardo SP-4 i MaterMacc Twin row- 2. U istraživanju su korišteni hibridi OSSK 403 i OS 378 zasijani u standardnoj sjetvi s razmakom redova od 70 cm i u Twin Row sjetvi s razmakom udvojenih redova od 22 cm. Prinos hibrida OSSK 403 u standardnoj sjetvi je iznosio 15.153 kg ha<sup>-1</sup> sa standardnom devijacijom od 510,905 i koeficijentom varijacije od 3,37%. Prinos hibrida OSSK 403 u sjetvi Twin Row iznosio je 15.693 kg ha<sup>-1</sup> ili 3,56% više u odnosu na standardnu sjetvu. Prinos hibrida OS 378 u standardnoj sjetvi iznosio je 13.426 kg ha<sup>-1</sup> sa standardnom devijacijom od 319,225 i koeficijentom varijacije od 2,38%. Prinos hibrida OS 378 u sjetvi Twin Row iznosio je 14.455 kg ha<sup>-1</sup> ili 7,66% više u odnosu na standardnu sjetvu.

**Ključne riječi:** kukuruz, sjetva, Twin row sijačica, prinos

### Uvod

Kukuruz (*Zea mays L.*) je, uz pšenicu i rižu, jedna od tri vodeće ratarske kulture kako u svijetu, tako i u BiH. Uzgaja se na značajnijim poljoprivrednim površinama s različitim razinama plodnosti tla, a razlog tome je tradicionalan i relativno jednostavna tehnologija uzgoja. Sjetva kukuruza na našem prostoru obavlja se na razmak redova od 70 i 75 cm. U novije vrijeme provode se znanstvena istraživanja sjetve kukuruza u udvojene redove, poznate u svijetu kao Twin Row tehnologija. Ovisno o proizvođačima sijačica, udvojeni redovi zasijavaju se na razmak od 20, 22 ili 25 cm, a središnji razmak susjednih udvojenih redova iznosi 70 ili 75 cm tako da se berba može obaviti sa standardnim beračima za kukuruz. Čuljat (1989.) navodi kako je u našem okruženju istraživanje sa sjetvom kukuruza u udvojene redove započeto davne 1976. godine s osnovnim ciljem povećanja prinosa preko povećanja sklopa. Rezultate primjene Twin Row tehnologije u Republici Hrvatskoj uporabom sijačice MaterMacc Twin row-2 prikazuju Banaj i sur. (2017a.). Istraživanja su provedena u istočnom dijelu Hrvatske 2016. godine koju karakterizira optimalna količina oborina kroz cijelu vegetaciju kukuruza. Twin Row tehnologijom ostvaren je 10,35% veći prinos hibrida P0023 u odnosu na standardnu sjetvu. Slični pozitivni rezultati potvrđeni su i kod hibrida P0412. Banaj i sur. (2017b.) također navode rezultate kod dva hibrida iz FAO grupe 380 (Kamparis) i FAO grupe 410 (Balasco). Twin Row tehnologijom ostvaren je oko 10 % veći prinos hibrida Kamparis u odnosu na standardnu sjetvu, dok je kod hibrida Balasco ostvaren 5,6 % manji prinos sjetvom Twin Row tehnologijom u odnosu na standardnu sjetvu.

Prema navodima Mackey i sur. (2016.) sve je veći interes za proizvodnju kukuruza u uskim redovima radi povećanja prinosa. Ogrizović (2015.) navodi kako Twin Row tehnologija ima prednosti u odnosu na klasičnu sjetvu kukuruza jer se povećavanjem sklopa ostvaruje nešto veći prinos po hektaru.

Rezultate primjene sjetve u udvojene redove u Bosni i Hercegovini navodi Jurković i sur. (2017.). Autori su utvrdili povećanje prinosa sjetvom Twin Row tehnologijom hibrida P0412 za 5,53%, odnosno hibrida BC525 za 13,95% u odnosu na standardnu sjetvu.

### Materijal i metode

Sjetva hibrida kukuruza je obavljena 18. travnja 2016. na površinama OPG-a Jović, Prud (Odžak), BiH. Za sjetvu su korištene sijačice Gaspardo SP-4 i MaterMacc Twin row- 2. U istraživanju su korišteni hibridi OSSK 403 i OS 378 zasijani u standardnoj sjetvi s razmakom redova od 70 cm i u Twin Row sjetvi s razmakom udvojenih redova od 22x48 cm. Hibrid OSSK 403 je posijan na sklop biljaka od 66.046 biljaka u standardnoj sjetvi te na sklop od 66.355 u Twin row sjetvi. Hibrid OS 378 je sijan na sklop biljaka od 61.415 biljaka u standardnoj sjetvi te na sklop od 62.125 u Twin row sjetvi. Pretkultura je bila pšenica. Gnojidba je obavljena sa 130 kg ha<sup>-1</sup> N, 90 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 110 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Osnovna i dopunska obrada tla je bila konvencionalna, a za zaštitu od korova korišten je herbicid Adengo. Berba kukuruza je obavljena 28. rujna 2016 godine. Značajke vremenskih prilika s meteorološke postaje Slavonski Brod za višegodišnje razdoblje 1963. – 2015. i vegetacijsko razdoblje kukuruza 2016. (travanj-rujan) te tip tla i njegove odlike prikazane su u Tablici 1.

Tablica 1. Srednje mjesečne temperature zraka (°C) i mjesečne količine oborina (mm) na meteorološkoj postaji Slavonski Brod te karakteristike tla na pokusnoj površini

Srednje mjesečne vrijednosti za glavnu automatsku meteorološku postaju Slavonski Brod za razdoblje 1963. - 2015. godine							
Mjesec	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	Prosjek/Suma
Srednja temperatura zraka °C	11,4	16,3	19,7	21,4	20,7	16,3	17,6
Količina oborina (mm)	59,9	72,5	85,7	79,4	71,1	70,6	439,2
Srednje mjesečne vrijednosti za 2016. godinu							
Srednja temperatura zraka °C	12,9	16,0	21,3	23,1	20,4	17,2	18,5
Količina oborina (mm)	60,7	46,7	116,9	140,6	27,7	67,1	459,7

### Tip tla i njegove odlike na pokušalištu OPG Jović

Lokacija OPG-a Jović	Dubina	pH			Humus
45.063357 N	cm	H <sub>2</sub> O	KCl	Ocjena	%
18.431527 E	0-30	8,43	7,11	alkalna	3,07
					dosta humozno

Za oba hibrida kukuruza je određivano: sklop biljaka u vrijeme nicanja, razmak biljaka unutar reda nakon nicanja (cm), prinos (kg) i vlaga zrna (%). Od prikupljenih podataka je napravljena deskriptivna statistika u SPSS 16 programu, odnosno određene su srednja vrijednost, standardna devijacija te koeficijent varijacije za sve vrijednosti.

### Rezultati i rasprava

Promatrajući srednje mjesečne temperature i količinu oborina za vrijeme vegetacije kukuruza na području Odžaka, vidljivo je kako su srednje mjesečne temperature u 2016. godini bile nešto više od višegodišnjeg prosjeka za to područje, osobito u travnju, lipnju i srpnju. Međutim, količina oborina je bila vrlo povoljna, osobito u lipnju i srpnju kada su povećane potrebe kukuruza za vodom (Tablica 1.)

Rezultati sklopa biljaka po ha u vrijeme nicanja, razmaka biljaka unutar reda nakon nicanja (cm), prinosa (kg) i vlage zrna za oba hibrida su prikazani u Tablicama 2. i 3.

Tablica 2. Utvrđeni sklop biljaka po ha u vrijeme nicanja, razmak biljaka unutar reda nakon nicanja (cm), prinos (kg) i vlaga zrna za standardnu i Twin row sjetvu hibrida OSSK 403

Način sjetve	Sklop biljaka po ha u vrijeme nicanja			Razmak biljaka unutar reda nakon nicanja (cm)		
	x	s.d.	KV (%)	x	s.d.	KV (%)
<b>Standardna 66 046</b>	61 238	3431,375	5,60	23,30	6,844	29,37
<b>Twin row 66 355</b>	62 125	2814,529	4,53	45,80	7,213	15,75
Sklop biljaka/ha u berbi	Prinos kg ha <sup>-1</sup>		Statističke vrijednosti prinosa			
	x	s.d.	KV (%)	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost	
<b>Standardna 61 238</b>	15 153	510,905	3,37	14633	15832	
<b>Twin row 62 125</b>	15 693	1686,917	10,75	13354	17274	
Sklop biljaka/ha u berbi	Vlaga zrna (%)		Statističke vrijednosti vlage zrna			
	x	s.d.	KV (%)	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost	
<b>Standardna 61 238</b>	27,44	0,522	1,90	26,60	28,00	
<b>Twin row 62 125</b>	28,20	0,636	2,26	27,30	28,80	

X – srednja vrijednost, s.d. – standardna devijacija, KV – koeficijent varijacije

U standardnoj sjetvi s pneumatskom sijačicom Gaspardo SP-4 hibrid OSSK 403 u sklopu od 61.238 biljaka po ha nakon nicanja, ostvaren je prinos od 15.153 kg ha<sup>-1</sup> suhog zrna s prosječnom vlažnošću od 27,4%. Twin row sjetva s ostvarenim sklopom od 62.125 biljaka po ha kod istog hibrida polučila je prinos od 15.693 kg ha<sup>-1</sup> suhog zrna s prosječnom vlažnošću od 28,2%. Standardnom sjetvom hibrida OS 378 u sklopu od 61.415 biljaka po ha nakon nicanja ostvaren je prinos od 13.426 kg ha<sup>-1</sup> suhog zrna s prosječnom vlagom od 27,8%. Twin row sjetva istog hibrida sa sijačicom MaterMacc Twin Row-2 s ostvarenim sklopom od 62.125 biljaka po ha, dobiven je prinos od 14.455 kg ha<sup>-1</sup> suhog zrna s prosječnom vlagom od 27,3%.

Tablica 3. Utvrđeni sklop biljaka po ha u vrijeme nicanja, razmak biljaka unutar reda nakon nicanja (cm), prinos (kg) i vlaga zrna za standardnu i Twin row sjetvu hibrida OS 378

Način sjetve	Sklop biljaka po ha u vrijeme nicanja			Razmak biljaka unutar reda nakon nicanja ( cm )		
	x	s.d.	KV (%)	x	s.d.	KV (%)
<b>Standardna 66046</b>	61415	3286,661	5,35	23,40	7,749	33,11
<b>Twin Row 66355</b>	62125	3851,616	6,20	45,90	7,327	15,96

Sklop biljaka/ha u berbi	Prinos kg ha <sup>-1</sup>		Statističke vrijednosti prinosa		
	x	s.d.	KV (%)	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
<b>Standardna 61415</b>	13426	319,225	2,38	13087	13821
<b>Twin Row 62125</b>	14455	719,028	4,97	13791	15210

Sklop biljaka/ha u berbi	Vlaga zrna (%)		Statističke vrijednosti vlage zrna		
	x	s.d.	KV (%)	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
<b>Standardna 61415</b>	27,84	0,416	1,49	27,30	28,40
<b>Twin Row 62125</b>	27,32	0,460	1,69	26,80	27,90

X – srednja vrijednost, s.d. – standardna devijacija, KV – koeficijent varijacije

## Zaključak

Temeljem meteoroloških podataka, prvenstveno promatrajući srednje mjesečne temperature zraka i mjesečne količine oborina, možemo zaključiti da je vegetacijska godina 2016. bila pogodna za proizvodnju kukuruza. Temeljem rezultata svih mjerenih parametara tijekom jednogodišnjeg istraživanja za oba hibrida, utvrđen je pozitivan učinak primjene Twin Row tehnologije u odnosu na standardnu sjetvu. Povećanje prinosa sjetvom Twin row tehnologijom kod hibrida OSSK za 3,56%, odnosno hibrida OS 378 za 7,66% ukazuje na prednost primjene sijačica ovog tipa u odnosu na standardne sijačice u proizvodnji kukuruza.

## Literatura

- Banaj, A., Šumanovac L., Heffer G., Tadić V., Banaj Đ. (2017a.). Yield of corn grain by sowing in twin rows with MaterMacc - 2 planter, Proceedings of the 45th International Symposium on Agricultural Engineering, Actual Tasks on Agricultural Engineering, 21-24 February 2017, Opatija, Croatia 2017 pp.141-152 ref.11
- Banaj, A., Kurkutović, L., Banaj Đ., Menđušić, I. (2017b.). Application of MaterMacc Twin row - 2 seeder in corn sowing, 10th International Scientific/Professional Conference, Agriculture in Nature and Environment Protection, 5-7 June 2017, Vukovar, Croatia 2017 pp.180-186 ref.9
- Čuljat, M. (1989.). Primjena tehnike za proizvodnju soje s naglaskom na tehniku sjetve i zaštite, Zbornik radova VIII savjetovanja "Biološki, tehnički i organizacijski aspekti unapređenja i proširenja proizvodnje soje u Slavoniji i Baranji", 154 – 158, Osijek, 1989.

- Jurković, D., Kajić, N., Banaj, A. Tadić, V., Banaj, Đ., Jović, J., (2017.). Twin Row technology maize sowing, Proceedings of the VIII International Agricultural Symposium „AGROSYM 2017“ / Kovačević, Dušan - Sarajevo (Istočno Sarajevo - Jahorina) : University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Republic of Srpska, Bosnia, 2017, 62-66.
- Mackey, G.L., J.M. Orłowski, J. Baniszewski, C.D. Lee. (2016.). Corn Response to Row Spacing and Seeding Rate Varies by Hybrid and Environment in Kentucky. Crop, Forage & Turfgrass Management. Vol. 2 No. 1.
- Ogrizović B. (2015.). Rezultati setve kukuruza Twin – Row sejalicom u region Sombor, 43. Simpozij "Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija, Republika Hrvatska. 319-329.

## **Influence of sowing method on maize grain yield**

### **Abstract**

The paper presents the results of the application of maize sowing with Twin Row technology in B&H on the OPG Jović, Prud (Odžak) using the Gaspardo SP-4 and MaterMacc Twin row- 2 planters. The hybrid OSSK 403 and OS 378 were sown in standard sowing with spaced rows of 70 cm and Twin Row sowing with spaced rows of 22 cm. The hybrid yield of OSSK 403 in standard sowing was 15153 kg ha<sup>-1</sup> with a standard deviation of 510,905 and a variation coefficient of 3.37%. The hybrid yield of OSSK 403 in the Twin Row sowing was 15693 kg ha<sup>-1</sup> or 3.56% more than standard sowing. The hybrid yield of OS 378 in standard sowing was 13426 kg ha<sup>-1</sup> with a standard deviation of 319,225 and a variation coefficient of 2.38%. The yield of the hybrid OS 378 in the Twin Row sowing was 14455 kg ha<sup>-1</sup> or 7.66% more than the standard sowing.

**Key words:** maize, sowing, twin row, yield



## Weed control in ExpressSun® sunflower (*Helianthus annuus* L.)

Todor Manilov, Ivan Zhalnov

Agricultural University – Plovdiv, Bulgaria, Plovdiv 4000 12 "Mendeleev" Blvd.

(t.manilov@yahoo.com)

### Abstract

During the period 2014–2015 the efficacy of some soil and foliar herbicides in sunflower (hybrid P64 LE 25) grown by an ExpressSun® technology were evaluated. The trial was stated in the area of Chernogorovo, the region of Pazardzhik, Bulgaria. The sowing rate was 60 000 harvested plants per hectare. The experiment was conducted by the randomised block design with 8 variants in 4 replications. The size of the experimental plot was 21 m<sup>2</sup>. The following herbicide variants were tested: Express 50 SG 40 g ha<sup>-1</sup>; Stomp Aqua + Express 50 SG (4.0 L ha<sup>-1</sup> + 40 g ha<sup>-1</sup>); Dual Gold 960 EC + Express 50 SG (1.5 L ha<sup>-1</sup> + 40 g ha<sup>-1</sup>); Express 50 SG + Fusilade forte (40 g ha<sup>-1</sup> + 1.3 L ha<sup>-1</sup>); Express 50 SG + Agil 100 EC (40 g ha<sup>-1</sup> + 0.8 L ha<sup>-1</sup>); Express 50 SG + Stratos Ultra (40 g ha<sup>-1</sup> + 2.0 L ha<sup>-1</sup>). The highest efficiency during the two years of study (from 84.4 to 88.0%) was established with the herbicide combinations Express 50 SG at 40 g ha<sup>-1</sup> + Stratos ultra in a dose of 2.0 L ha<sup>-1</sup> (87.2%) and Express 50 SG at 40 g ha<sup>-1</sup> + Fusilade forte at rate of 1.3 L ha<sup>-1</sup> (83.3%).

**Key words:** sunflower, weeds, herbicides

### Introduction

Sunflower, the main oil-bearing crop in Bulgaria, has been grown on more than 800 thousand hectares over the last years. In order to obtain maximum yields, along with the use of high-yield hybrids and advanced agricultural equipment for growing the crop, it is necessary to fight the weeds effectively. The weeds in sunflower that are of economic importance belong to the group of annual and perennial dicotyledonous plants, which in case of high density significantly reduce the yield and certain weeds with tall stems such *Cirsium arvense* L., *Xanthium strumarium* L., *Abutilon theophrasti* L., *Sorghum halepense* L. and others may completely compromise it on particular occasions (Fisyunov, 1973; Fisyunov, 1985; Fetvadžhieva, 1986; Lyubenov et al., 1988; Zhalnov et al., 2001; Tonev, 2000; Tonev et al., 2010; Tonev et al., 2009; Mitkov et al., 2016). In order to provide favourable conditions for growing this crop, it is necessary to control these weeds on time. To this end, a combination of activities involving protective, agrotechnical and chemical methods needs to be performed. Along with the conventional technology for fighting weeds, the new technologies Clearfield® and ExpressSun® have been introduced and used widely over the last years (Tonev et al., 2007; Delchev, 2013; Dochev et al., 2016). The aim of our research is to found a chemical solution for the control of monocotyledonous and dicotyledonous weeds in tribenuron resistant hybrids of sunflower.

### Material and methods

The experiment for testing the herbicides for weed control in sunflower was performed within the period of 2014-2015 in the region of the village of Chernogorovo, district of Pazardzhik, Bulgaria. The grown hybrid was P64LE25, whose sowing rate was 60 000 harvested plants per hectare, with a distance of 70 cm between the rows. Precrop during the two years was winter wheat. Fertilization was performed before sowing, using 200 kg ha<sup>-1</sup> of N:P:K 20:20:20.

The agrometeorological conditions (rainfall and temperatures) during the years of the survey were close to normal in the first year and lower in the second compared to last five years. The quantity of the rainfall in April 2014 was 85 mm, and in the same month of 2015 it was significantly under the norm - 11 mm. The scheme of the experiment included 8 variants, two of which were controls – a zero control (without cultivation and treatments) and a farming control (with one cultivation) and 6 variants on which herbicides were applied. Two of the variants were treated with a soil herbicide after sowing and before emergence of the sunflower and the weeds and, at a later stage, a foliar herbicide was also applied. The foliar herbicides were applied on the other 4 variants. The experiment was performed by the randomised block design, in 4 repetitions, with the experimental plot the size - 21 m<sup>2</sup>. The quantity of working solution was 300 l ha<sup>-1</sup>.

Variants of the trial included:

1. Untreated control (UTC)
2. Express 50 SG ( 500g/kg tribenuron-methyl) - 40 g ha<sup>-1</sup>; A2
3. Stomp Aqua (455 g/L pendimetalin) - 4.0 L ha<sup>-1</sup> + Express 50 SG (500g/kg tribenuron-methyl) - 40 g ha<sup>-1</sup>; A1+A2
4. Dual Gold 960 EC (960 g/L S-metholachlor) - 1.5 L ha<sup>-1</sup> + Express 50 SG (500g/kg tribenuron-methyl) - 40 g ha<sup>-1</sup>; A1+A2
5. Express 50 SG (500g/kg tribenuron-methyl) - 40 g ha<sup>-1</sup> + Fusilade forte (128 g/L fluazifop-P) - 1.3 L ha<sup>-1</sup>; A2
6. Express 50 SG (500g/kg tribenuron-methyl) - 40 g ha<sup>-1</sup> + Ajil 100 EC (100 g/L propakvizafop) - 0.8 L ha<sup>-1</sup>; A2
7. Express 50 SG (500g/kg tribenuron-methyl) - 40 g ha<sup>-1</sup> + Stratos Ultra (100 g/l cycloxydim) - 2.0 L ha<sup>-1</sup>; A2
8. UTC with cultivation
9. A1 – Soil treatment, after the sowing and before the emergence of the crop.
10. A2 – Foliar treatment, during the 4 to-6 leaves-stage of the crop.

The evaluation of weeds was conducted in two stages. The first evaluation was made 28 days after the application of the soil herbicides and 7 days after applying the foliar herbicides and the second evaluation was done 49 days after applying the soil herbicides and 28 days after applying the foliar herbicides.

## Results and discussion

The variety of weed types within the experimental plot was not wide and the following annual weeds were predominant: *Xanthium strumarium* L., *Sinapis arvensis* L., *Datura stramonium* L., *Amaranthus* spp., *Abutilon theophrasti* L., *Chenopodium* spp., *Setaria viridis* L., *Echinochloa crus-galli* L.; as well as the perennial types: *Sorghum halepense* L., *Cynodon dactylon* L., *Cirsium arvense* L. Table 1 shows the results obtained from the combination of the applied soil and foliar herbicides (in variants No. 3 and 4) and the individual or combined action of the foliar herbicides in the other variants in the 2014.

The preparations used to control the weeds in sunflower grown by the ExpressSun<sup>®</sup> technology controlled weeds to a different extent and during the first evaluation the efficacy ranged from 67.2 to 100%. The best results were obtained for the variants in which Express 50 SG was applied in combination with the herbicides which target are grasses like Stratos Ultra (Variant 7) and Fusilade forte (Variant 5), where the efficacy was 100.0%. Results close to these were observed in variant 6 (Express 50 SG + Ajil 100 EC), where the efficacy

reaches 96.0%. In variant 3 (Stomp Aqua + Express 50 SG), a very good level of effectiveness has also been registered (90.7%) regarding all the existing weeds. During the subsequent evaluation of the weeds (Table 2), which was performed three weeks after the first, changes in the level of weed density were observed. The highest efficacy was recorded for the combination of Express 50 SG + Stratos Ultra (87.2%) followed by the variants in which the herbicide Express 50 SG in combined with Fusilade forte (83.3%) (Variant 5) and Ajil 100 EC (81.0%) (Variant 6) was applied. The alone application of the herbicide Express 50 SG controled only the dicotyledonous weeds, since it is not suitable for such cases of mixed weed density. During the second year, the weed density in the untreated control was lower compared to the first year and was 30.3 plants per m<sup>2</sup> (Table 3). In the variants where combinations of herbicides were applied, the weed density was reduced from 2.0, to 8.3 plants per m<sup>2</sup> and the efficacy is between 72.6% to 93.4%.

The best control over weeds at the time of the first evaluation was observed after applying the herbicide combination of Express 50 SG + Fusilade forte, for which the density of the weeds was 2,0 plants per m<sup>2</sup> and the level of effectiveness reached 93.4%. The individual application of the herbicide Express 50 SG again showed a low level of effectiveness (52.8%).

Table 1. Herbicide efficacy against weeds in sunflower 28 days after application of soil herbicide and 7 days after application of vegetation herbicides in 2014

Variants	Weeds				All	
	Annual		Perennial		Plant/m <sup>2</sup>	Efficacy %
	Monocot. plant/m <sup>2</sup>	Dicot. plant/m <sup>2</sup>	Monocot. plant/m <sup>2</sup>	Dicot. plant/m <sup>2</sup>		
1.	7.6	10.7	10.0	9.2	37.5	0.0
2.	5.0	0.5	6.5	0.3	12.3	67.2
3.	0.0	0.5	2.0	1.0	3.5	90.7
4.	1.0	1.3	3.5	1.5	7.3	80.5
5.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
6.	0.7	0.0	0.0	0.8	1.5	96.0
7.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
8.	6.3	5.7	4.0	5.7	19.7	47.5

Table 2. Herbicide efficacy against weeds in sunflower 56 days after application of soil herbicide and 35 days after application of vegetation herbicides in 2014

Variants	Weeds				All	
	Annual		Perennial		Plant/m <sup>2</sup>	Efficacy %
	Monocot. plant/m <sup>2</sup>	Dicot. plant/m <sup>2</sup>	Monocot. plant/m <sup>2</sup>	Dicot. plant/m <sup>2</sup>		
1.	8.5	20.3	9.7	13.7	52.2	0
2.	7.8	1.7	9.3	0.7	19.5	62.4
3.	2.0	1.2	7.3	2.7	13.2	74.7
4.	2.2	2.3	8.7	3.5	16.7	68.0
5.	3.0	1.7	1.3	2.7	8.7	83.3
6.	3.2	2.0	3.7	1.0	9.9	81.0
7.	1.7	1.0	3.0	1.0	6.7	87.2
8.	7.7	9.3	4.5	5.2	26.7	48.8

At the time of the second evaluation, which was performed 21 days after the first (Table 4), the density of the weeds in all variants treated with herbicides increased, reducing the percentage of efficacy, which was between 75% and 85%. The highest efficacy was recorded after applying Express 50 SG + Fusilade forte (85.7%) and Express 50 SG + Stratos Ultra

(83.5%). The data show that the two herbicide combinations control to the largest extent the existing weeds during both years of the experiment.

Table 3. Herbicide efficacy against weeds in sunflower 28 days after application of soil herbicide and 7 days after application of vegetation herbicides in 2015

Variants	<i>Weeds</i>				All	
	Annual		Perennial		Plant/m <sup>2</sup>	Efficacy %
	Monocot. plant/m <sup>2</sup>	Dicot. plant/m <sup>2</sup>	Monocot. plant/m <sup>2</sup>	Dicot. plant/m <sup>2</sup>		
1.	6.3	9.0	8.5	6.5	30.3	0.0
2.	4.5	0.3	8.0	1.5	14.3	52.8
3.	0.0	0.5	6.0	1.0	7.5	75.2
4.	1.0	1.3	4.5	1.5	8.3	72.6
5.	0.5	0.7	0.5	0.3	2.0	93.4
6.	0.3	1.2	1.0	0.5	3.0	90.1
7.	0.7	0.3	0.7	1.0	2.7	91.1
8.	1.7	1.3	4.0	2.5	9.5	68.6

Table 4. Herbicide efficacy against weeds in sunflower 56 days after application of soil herbicide and 35 days after application of vegetation herbicides in 2015

Variants	<i>Weeds</i>				All	
	Annual		Perennial		Plant/m <sup>2</sup>	Efficacy %
	Monocot. plant/m <sup>2</sup>	Dicot. plant/m <sup>2</sup>	Monocot. plant/m <sup>2</sup>	Dicot. plant/m <sup>2</sup>		
1.	7.3	14.9	13.7	11.5	47.4	0
2.	5.5	2.0	8.5	0.5	16.5	65.2
3.	1.0	1.5	6.9	1.4	10.8	77.2
4.	1.0	2.5	5.6	3.3	12.4	73.8
5.	1.4	1.1	2.7	1.5	6.7	85.7
6.	2.5	2.3	3.5	2.7	11.0	76.8
7.	1.2	1.5	3.6	1.5	7.8	83.5
8.	5.7	6.6	7.6	9.9	29.8	37.1

## Conclusions

The herbicides for weed control during 2014 based on the ExpressSun<sup>®</sup> technology controlled the weeds to a different extent (from 67.2 to 100%). The combination of the herbicide Express 50 SG with the herbicides Stratos Ultra (Variant 7) and Fusilade forte (Variant 5) showed the best results, controlling 100% of all present weeds during the first evaluation (28 days after the application of the soil and 7 days after the application of the foliar herbicides), while in 2015 the efficacy was lower in variant 7 and 8 than the previous year at the first evaluation due to the advanced phase and bigger density of the weeds.

The highest efficacy during the second evaluation of the weeds in 2014 (49 days after the application of the soil and 28 days after the application of the foliar herbicides) was manifested in variant with herbicide combination of Express 50 SG + Stratos Ultra (87.2%), followed by the variants in which the herbicide Express 50 SG in combination with Fusilade forte (83.3%) (Variant 5) and Ajil 100 EC (81.0%) (Variant 6) was applied. The best result during the 2015 is recorded for the same variants.

## References

- Delchev G. (2013). Efficacy and selectivity of antibroadleaved herbicides at durum wheat against volunteers of coriander, Clearfield canola, Clearfield sunflower and ExpressSun sunflower. *Agricultural Science and Technology*, 5, 2013, N 3. pp. 299-304.
- Dimova D., Marinkov E. (1999). *Trial design and Biometry*. Academic Publisher of Agricultural University of Plovdiv. (In Bulgarian)
- Dochev C., Mitkov, A., Yanev M., Neshev N., Tonev T. (2016). Herbicide control of wild hemp (*Cannabis sativa* L.) at sunflower grown by "Express Sun" technology. VII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2016", 6-9 October 2016, Jahorina, Bosnia and Herzegovina. *Proceedings*. pp.1339-1344.
- Fetvadžieva, N. (1986). *Weed Control*. Publisher Zemizdat, Sofia. (In Bulgarian)
- Fisyunov A. (1973). *Sornije rastenja i boryba s nimi*. Znanie, Moskva. (In Russian)
- Fisyunov A. (1985). *Spravochnik po boryba s sornyakami*. Kolos, Moskva. (In Russian)
- Lyubenov Ya. (1988). Integrated systems for weed control. Publisher Zemizdat, Sofia, t. I, s. 186–195. (In Bulgarian)
- Mitkov A., Yanev M., Tonev T., Tityanov M. (2016). Weed control in sunflower fields by Clearfield technology. *Agricultural science*, vol. VIII, Issue 19. pp. 167-173.
- Tonev T. (2000). *Handbook of Herbology*. Academic Publisher of Agricultural University of Plovdiv. (In Bulgarian).
- Tonev T., Mitkov A., Dochev Ch., Tityanov M. (2009). Possibilities of SU-technology for an efficient weed control in sunflower. *Plant Science* 46 (2). pp. 161-166.
- Tonev T., Tityanov M., Mitkov A. (2010). Integrated weed control at sunflower. *Scientific Works of Agricultural University of Plovdiv Volume LV*, (2). pp. 127–132.
- Tonev T., Dimitrova M., Kalinova Sht., Zhalnov I., Spasov V. (2007). *Herbology (Textbook)*. Academic publisher of AU-Plovdiv. (In Bulgarian)
- Zhalnov I., Dimitrova M., Tonev T., Kalinova Sht. (2001). *Handbook of Agriculture*. (In Bulgarian)

## Estimating nutrient use efficiency in field crops grown on Pomorie region, Bulgaria

Ivan Manolov<sup>1</sup>, Nely Valeva<sup>2</sup>, Jonko Stamenov<sup>2</sup>, Svetla Kostadinova<sup>1</sup>, Margarita Nikolova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Agricultural University, Mendeleev 12, Plovdiv, Bulgaria (manolov\_ig@yahoo.com)*

<sup>2</sup>*University of Forestry, Kliment Ohridski 10, Sofia, Bulgaria*

### Abstract

Fertilizer experiment in four field's crop rotation (wheat, barley, maize, and sunflower) was carried out in region of Pomorie, Bulgaria, during the period 2009-2012. The aim of the research was to study the effect of fertilization on crop productivity and nutrient use efficiency (NUE) of mentioned four field crops. The fertilizer treatments were: Control; N; P; K; NP; NK; PK; NPK. Agronomic Efficiency (AE), Partial nutrient balance (PNB) and Recovery efficiency (RE) were the indicators calculated for assessing the NUE. The fertilization was very effective practice – NPK treatment ensured 110% higher yields for barley, 80% for wheat and 60% for maize and sunflower in comparison with control, in average for 4 years period. In spite of the relatively good fertilization effect, the values for AE showed relatively low productivity of unit nutrient input. PNB and RE values for P showed that the fertilization rates could be decreased, while PNB and RE for K indicated that for maintaining the soil K content, the fertilization with K is recommendable in spite of the relatively low agronomic efficiency.

**Key words:** nutrient use efficiency, wheat, barley, maize, sunflower

### Introduction

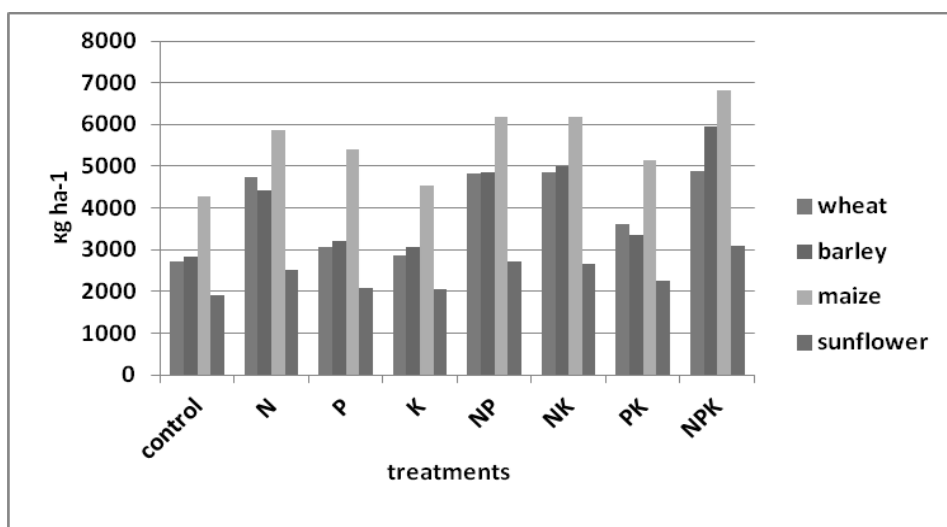
Fertilization of fields' crops is one of the main management practices affected crop yields. Nitrogen is the nutrient strongly limiting yield of the crops. Its efficiency is comparatively low and varies between 20-50%. Unbalanced application and utilization of the main nutrients N, P and K is one of the reasons for low efficiency of fertilization (Nikolova, 2010; Romheld, 2006). Nutrient use efficiency (NUE) indicators are modern methods for assessing the effectiveness of fertilization on crop yields and its effect on soil fertility. NUE can be expressed through agronomic, physiological and economic indicators (Rao, 2007). The main purpose of the efficient use of nutrients is to increase the overall productivity of the cropping systems by providing economically optimal crop nutrition to minimize nutrient losses from the field and maintain the sustainability of the agricultural system by preserving soil fertility (Mikkelsen et al., 2012; Fixen et al., 2015). The current nitrogen application strategies for field crops cultivation are extremely inefficient, with nitrogen efficiency ranging from 14% to 59% (Melaj et al., 2003; Lopez-Bellido et al., 2005). The same more or less is valid for application of phosphorus and potassium. The lower the level of soil fertility is, the higher the agronomic efficiency of applied phosphorus and potassium is (Fixen, 2009). The aim of the present research was to study the effect of fertilization on crop productivity of field crops grown in region of Pomorie, Bulgaria, and to estimate some indicators of nutrient use efficiency.

## Material and methods

Field fertilizer trial in a four crop rotation - wheat, maize, barley, and sunflower was conducted in region of Pomorie, Bulgaria (42°35'00.8"N 27°36'27.2"E), during the period 2009-2012. Soil type was Eutric Vertisols. The trial included eight fertilizing treatments: Control; N; P; K; NP; NK; PK; NPK. Fertilizing rates were: in wheat – N 140 kg ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 120 kg ha<sup>-1</sup> and K<sub>2</sub>O 60 kg ha<sup>-1</sup>; in barley - N 90 kg ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100 kg ha<sup>-1</sup> and K<sub>2</sub>O 60 kg ha<sup>-1</sup>, in maize - N 130 kg ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 120 kg ha<sup>-1</sup> and K<sub>2</sub>O 60 kg ha<sup>-1</sup>, and in sunflower - N 70 kg ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 115 kg ha<sup>-1</sup> and K<sub>2</sub>O 80 kg ha<sup>-1</sup>. Ammonium nitrate (N-33.4%), triple superphosphate (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 46%), and potassium chloride (K<sub>2</sub>O – 60%) were used in the experiment. The obtained data were processed for calculations of three agronomic indexes indicating the nutrient use efficiency: AE - Agronomic Efficiency of applied nutrient (kg kg<sup>-1</sup>) = (yield<sup>nutrient</sup> - yield<sup>control</sup>) / nutrient rate, PNB - Partial nutrient balance (kg kg<sup>-1</sup>) = removed nutrient/fertilizing rate, and RE - Recovery efficiency of applied nutrient (kg kg<sup>-1</sup>) = (removed nutrient at fertilizing treatment - removed nutrient at control) / fertilizing rate.

## Results and discussion

In general, at all crops fertilization was very effective but the highest effect was registered at winter barley (Graph 1). The results outlined nitrogen as the most effective and main limiting yield nutrient. Its effect was manifested in both cases – single application or in combination with other nutrients. The highest productivity of the studied crops was obtained after application of balanced NPK fertilization. The differences of this treatment compared with NP or NK treatments, mainly in wheat, were not high. The highest yields increase of NPK treatment compared to the net control, averaged over the 4-year period, was obtained in barley - 110%, in wheat - 80% and in maize and sunflower about 60%.



Graph 1. Yields of field crops (average for period 2009-2012)

According to Fixen et al. (2015) and Liu et al. (2011) AE<sub>N</sub> at wheat ranges from 10-30 kg kg<sup>-1</sup>. The data for wheat grown on Pomorie region were close to the lower value for this indicator according above mention authors (Table 1). The highest AE<sub>P</sub> was found at treatment PK - 7 kg kg<sup>-1</sup>. Application of K on NP background ensured the highest AE for that element. PNB indicates how much of the applied nutrient is exported by crop. According to Fixen et al. (2015) PNB<sub>N</sub> varies within the range of 0.7-0.9 kg kg<sup>-1</sup> in stable system. The data for PNB in Pomorie indicated that applied amounts of N and K fertilizers cover the crop needs of both elements (Table 1). The P balance in the soil was positive. The quantity of

applied P fertilizers exceeds the exported quantities of the element from soil  $\text{PNBP} - 0.2 \text{ kg kg}^{-1}$ . The RE indicator shows the actual amount of removed nitrogen by crop in comparison with applied fertilizers. According to Mosier et al. (2001) and Fixen et al. (2015), the RE values of nitrogen range between  $0.4-0.7 \text{ kg kg}^{-1}$ . Highest values for REN were found for alone application of N, and treatments NP and NK. The REP was low. Higher values for REP in NP and NPK combinations were due to the effect of N, which was expressed in a higher yield, as well as increased mobilization and use of higher quantities of soil P from plants and consequently better use of P fertilizer. Combined application of N and K increased REK to  $0.65 - 0.68 \text{ kg kg}^{-1}$  due to higher yields and higher needs of K, respectively. The absorbed potassium in some treatments (K and PK) was almost entirely from the soil reserves because of high potassium removal.

Table 1. Indicators of nutrient efficiency of wheat average for period 2009-2012

treatment	AE $\text{kg kg}^{-1}$			PNB $\text{kg kg}^{-1}$			RE $\text{kg kg}^{-1}$		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
N	14	-	-	0.93	-	-	0.50	-	-
P	-	4	-	-	0.2	-	-	0.03	-
K	-	-	4	-	-	0.8	-	-	0.00
NP	13	2	-	0.94	0.3	-	0.43	0.09	-
NK	14	-	6	0.86	-	1.4	0.43	-	0.65
PK	-	7	9	-	0.2	1.0	-	0.04	0.22
NPK	9	2	12	0.92	0.2	1.5	0.31	0.09	0.68

The  $\text{AE}_N$  at barley was in frames of typical values for the indicator  $15-30 \text{ kg kg}^{-1}$  (Fixen et al. 2015) (Table 2). Combination of N with P or K as well NPK treatment increased  $\text{AE}_N$ . The balanced NPK application increased AE for P and K in comparison with double fertilizer combinations or single addition of these nutrients.  $\text{PNB}_N$  values were higher than the typical values indicated by Fixen et al. (2015) ( $0.7-0.9 \text{ kg kg}^{-1}$ ). The data indicated that the amount of N input was less than the N removed by barley. The same effect was found for  $\text{PNB}_K$  - values above 1. The barley adsorbed more than the half of applied N rate ( $\text{RE}_N$  - in the range  $0.56-0.68 \text{ kg kg}^{-1}$ ), while the adsorbed P from fertilizers was very low ( $0.04-0.07 \text{ kg kg}^{-1}$ ). Only at NPK treatment the  $\text{RE}_P$  was higher ( $0.17 \text{ kg kg}^{-1}$ ). The combination of K with N in NK and NPK treatment increased the amount of absorbed K from fertilizers -  $0.65$  and  $1.26 \text{ kg kg}^{-1}$ , respectively.

Table 2. Indicators of nutrient efficiency of barley (average for period 2009-2012)

treatment	AE $\text{kg kg}^{-1}$			PNB $\text{kg kg}^{-1}$			RE $\text{kg kg}^{-1}$		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
N	18	-	-	1.21	-	-	0.56	-	-
P	-	4	-	-	0.3	-	-	0.04	-
K	-	-	4	-	-	0.9	-	-	0.00
NP	28	5	-	1.30	0.3	-	0.59	0.08	-
NK	22	-	6	1.26	-	1.6	0.64	-	0.65
PK	-	3	9	-	0.3	1.2	-	0.07	0.22
NPK	29	10	12	1.44	0.4	2.2	0.68	0.17	1.26

The results for  $\text{AE}_N$  for maize were a little bit lower than typical ones for this crop  $15-30 \text{ kg kg}^{-1}$  (Fixen et al., 2015) (Table 3). Fixen, (2015) indicates values  $\geq 7 \text{ kg kg}^{-1}$  as typical for  $\text{AE}_P$  for maize. Such values for experiment in Pomorie were found at alone application of P and NPK treatment -  $7 \text{ kg kg}^{-1}$ . The  $\text{AE}_K$  was also the highest at NPK treatment reaching  $11 \text{ kg kg}^{-1}$ . The  $\text{PNB}_N$  values for the region of Pomorie were higher than the typical values ( $0.7-0.9 \text{ kg kg}^{-1}$ ) (Fixen et al., 2015) for all treatments, which means that the quantity of applied



nitrogen was less than the quantity of N removed by maize. This could be due to the higher yields obtained (Graph 1). The results for  $PNB_P$  were almost the same at all treatments with phosphorus. The figures were very low which means that considerable part of applied P remained in the soil and increased its P reserves. Because of high K removal by maize, a large amount of potassium was taken from the soil reserves ( $PNB_K$  was higher than 1). This means that fertilizer K rates should be increased in order to maintain soil potassium reserves on high level.

Table 3. Indicators of nutrient efficiency of maize (average for period 2009-2012)

treatment	AE kg kg <sup>-1</sup>			PNB kg kg <sup>-1</sup>			RE kg kg <sup>-1</sup>		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
N	12	-	-	1.12	-	-	0.14	-	-
P	-	7	-	-	0.3	-	-	0.07	-
K	-	-	5	-	-	1.7	-	-	0.00
NP	8	4	-	1.16	0.3	-	0.25	0.10	-
NK	13	-	6	1.27	-	2.1	0.41	-	0.40
PK	-	5	3	-	0.3	1.8	-	0.07	0.10
NPK	13	7	11	1.38	0.4	2.7	0.48	0.17	1.08

For the Pomorie region, the highest values of  $RE_N$  were recorded at the NPK and NK treatments, respectively 0.48 and 0.41 kg kg<sup>-1</sup>. They were at the lower limit of the found typical values (0.4-0.65 kg kg<sup>-1</sup>, according to Fixen et al., 2015). The highest values for  $RE_P$  were in treatments where the element was applied in combination with N (NP and NPK). Because RE is a function of the yield and removed quantities of nitrogen, the optimal values of this parameter obtained in the NP and NPK variants were mainly due to the effect of N, which contributes to higher yields and more intensive use of soil P.  $RE_K$  varied widely across different fertilization treatments - from 0.00 to 1.08, the lowest being in the treatment with alone K application, and the highest in the balanced NPK fertilization of maize, respectively. These differences in favor of the NPK variant could be explained by the effect of nitrogen, whereby plants develop more biomass, and they consume more potassium from the soil reserves.

Table 4. Indicators of nutrient efficiency of sunflower (average for period 2009-2012)

treatment	AE kg kg <sup>-1</sup>			PNB kg kg <sup>-1</sup>			RE kg kg <sup>-1</sup>		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
N	9	-	-	1.76	-	-	0.81	-	-
P	-	1	-	-	0.2	-	-	0.01	-
K	-	-	2	-	-	1.8	-	-	0.00
NP	9	6	-	1.98	0.4	-	0.55	0.20	-
NK	8	-	6	1.88	-	3.3	0.32	-	1.25
PK	-	0	3	-	0.3	1.6	-	0.09	0.00
NPK	12	4	5	2.36	0.5	3.0	0.61	0.26	0.91

AE for sunflower was the highest for N (up to 12 kg kg<sup>-1</sup>) while it was much lower for P and K (Table 4). PNB for N and K were much higher than 1 for all treatments, which showed that the crop uptakes much more N than was applied with fertilizer. This fact indicated that the fertilization rates for both nutrients should be increased.  $PNB_P$  kept the tendency for low values found at the other crops. Considerable amount of applied P by fertilizers remained in soil. This was confirmed by the values for the indicator  $RE_P$  which were very low especially for treatments P and PK (Table 4). Nitrogen inclusion in fertilizer combination increased  $RE_P$  up to 0.26 kg kg<sup>-1</sup>. The highest  $RE_N$  was found for single application of N (0.81 kg kg<sup>-1</sup>). Considerable amounts of applied N were removed by sunflower at NP and NPK treatments. The obtained data for  $RE_K$  indicated that the removed K at K and PK treatments

originated entirely from the fertilizers because of low yields and relatively low K removal. N addition to K increased significantly the yields and K removal and a great part of K removal was on the account of K reserves in the soil.

## Conclusions

The results obtained in the trial of Pomorie region showed that the fertilization was very effective at all studied crops. The highest efficiency was registered at winter barley, followed by wheat, maize, and sunflower. At the site of Pomorie nitrogen was the main limiting nutrient. At wheat and maize similar to NPK effect was obtained under NP and NK treatments. In spite of the relatively good fertilization effect, the values for Agronomic Efficiency showed relatively low productivity of unit nutrient input. PNB and RE values for P indicated that the fertilization rates could be decreased in order to increase the Agronomic efficiency, while PNB and RE for K showed that for maintaining the soil K content, the fertilization with K is recommendable in spite of the relatively low agronomic efficiency.

## Acknowledgement

The study was realized thanks to financial and methodical support of International Plant Nutrition Institute (IPNI), USA.

## References

- Fixen, P.E. (2009). Nutrient Use Efficiency in the Context of Sustainable Agriculture. In: Espinosa, J., García F. (eds.), *Nutrient Use Efficiency*, International Plant Nutrition Institute (IPNI), USA, 1-10.
- Fixen, P.E., Brentrup F., Bruulsema T.W., Garcia F., Norton R., Zingore S. (2015). Nutrient/fertilizer use efficiency: Measurement, current situation and trends. International Fertilizer Industry Association (IFA), International Water Management Institute (IWMI), International Plant Nutrition Institute (IPNI), and International Potash Institute (IPI), Paris, France. Available from: <http://www.academia.edu/24038256>
- Liu, X., He P., Jin J. (2011). A Long-term Analysis of Factors to Improve Nutrient Management for Winter Wheat Production in China. *Better Crops*, Vol 95 (3): 16-18.
- Lopez-Bellido, L., Lopez-Bellido R.J., Redondo R. (2005). Nitrogen efficiency in wheat underirrigated Mediterranean conditions as affected by split nitrogen application. *Field Crops Research*. Vol 94 (1): 86-97.
- Melaj, M.A., Echeverria H.E., Lopez S.C., Studdert G., Andrade F., Barbaro N.O. (2003). Timing of nitrogen fertilization in wheat under conventional and no-tillage system. *Agronomy Journal*. Vol 95 (6): 1525-1531.
- Mikkelsen, R., Jensen T.L., Snyder C., Bruulsema T.W. (2012). Nutrient Management Planning and Accountability. Chapter 9. In *4R Plant Nutrition: A Manual for Improving the Management of Plant Nutrition*. Bruulsema T.W., Fixen P.E., Sulewski G.D. (ed.), International Plant Nutrition Institute, Norcross, GA, USA.
- Mosier, A.R., Bleken M.A., Chaiwanakupt P., Ellis E.C., Freney J.R., Howarth R.B., Matson P.A., Minami K., Naylor R., Weeks K.N., Zhu Z.L. (2001). Policy implications of human-accelerated nitrogen cycling. *Biogeochemistry*. Vol 52 (3): 281-320.
- Nikolova, M. (2010). Potassium - an important nutrient for crop yields and quality, pp. 86, IPI Research Topics No 18, International Potash Institute, Horgen, Switzerland.
- Rao, T.N. (2007). Improving Nutrient Use Efficiency: The Role of Beneficial Management Practices. *Better Crops – India*. Vol 1 (1): 6-7.
- Romheld V. (2006). Balanced fertilization for crop sustainability: the neglect of potassium. In *The Balanced Fertilization for Sustaining Crop Productivity*, Benbi D.K., Brar M.S., Bansal S.K. (eds.), 205-218. Ludhiana, India, Swami Printers.

## Otpor tla na različitim načinima obrade tla u usjevu soje

Igor Maršić, Bojana Brozović, Monika Marković, Vjekoslav Tadić, Miro Stošić

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (mstosic@pfos.hr)*

### Sažetak

Prikazani su rezultati istraživanja provedenog 2009. godine. Istraživan je utjecaj različitih varijanata obrade tla na otpor tla u soji. Varijante obrade tla bile su OR - konvencionalna obrada tla; TR - tanjuranje; RT - rahljenje i tanjuranje; NT - izostavljena obrada tla. Tip tla na kojem je provedeno istraživanje je močvarno hidromeliorirano tlo. Pokus je postavljen po split-plot metodi. Prosječni otpori tla, mjereni u cvatnji soje, nisu značajnije utjecali na ukorijenjivanje soje; OR (1,57 MPa) < RT (1,79 MPa) < TR (1,76 MPa) < NT (2,08 MPa). Statistički veći otpor tla zabilježen je jedino na varijanti NT, prema OR varijanti. Otpori tla su se povećavali, statistički značajno, sa povećanjem dubine.

**Ključne riječi:** oranje, tanjuranje, rahljenje, no-tillage, otpor tla

### Uvod

Tlo sa svojim kemijsko-fizikalno-biološkim svojstvima pod velikim je utjecajem zahvata agrotehnike koji mogu usmjeriti poljoprivrednu proizvodnju u pozitivnom ili negativnom smjeru. Zbijanje tla pripada u fizikalna svojstva tla i u modernoj poljoprivrednoj proizvodnji jedan je od većih problema s kojim se ona suočava (Hamza i sur. 2005.). Prema Akker i Canarache (2001.) upravo je zbijanje tla odgovorno za degradaciju oko 30 milijuna hektara u europskim zemljama. Moderna ratarska proizvodnja, teška mehanizacija, plodored sa malo kultura te loše gospodarenje tлом dovodi do zbijanja tla koje još više dolazi do izražaja kod tala siromašnih organskom tvari i obradom pri visokom sadržaju vlage (Busscher i sur. 2000.). Várallyay i Farkas (2010.) ističu da fizikalna svojstva tla, odnosno zbijanje tla, ima velik utjecaj na rast i razvoj korijena, te nepropusni slojevi u profilu ograničavaju infiltraciju vode ili zadržavanje vode na površini (Birkas i sur. 1997.). Grzesiak (2009.) također govori o redukciji dužine korijena i mase korijena, limitacijom glavnog korijena u prodiranju i u konačnici manjim urodom, na zbijenim tlima. Nadalje, nepovoljne klimatske prilike odnosno suša, povećavaju otpor tla smanjivanjem količine vode u tlu, kako to navode Clark i sur. (2003.). Stipešević (1997.) navodi primjere otpora tla na reduciranoj obradi tla od 7-8 MPa te ističe kako je ukorijenjivanje biljaka u takvim uvjetima onemogućeno. Bartlova i sur. (2011.) navode primjere ekstremnih vrijednosti od cca 5 MPa u sloju tla do 25 cm dubine na černozeu, što predstavlja veliki problem za ukorijenjivanje biljaka.

Cilj ovog rada je utvrditi utjecaj obrade tla na zbijenost tla odnosno otpor tla te njihov utjecaj na rast i razvoj usjeva soje.

### Materijal i metode

Poljski pokus je proveden 2009. godine na lokalitetu Darda. Geografski položaj lokaliteta istraživanja bio je 45°37'48" sjeverne geografske širine i 18°42'0" istočne geografske dužine u Osječko-baranjskoj županiji. Istraživanje je obuhvatilo četiri varijante obrade tla za soju. Varijante obrade tla bile su: 1. OR-konvencionalna obrada tla (oranje 30 cm); 2. TR-tanjuranje (10-12 cm); 3. RT-rahljenje i tanjuranje (35 cm); 4. NT-izostavljena obrada tla. Tip tla na kojem je provedeno istraživanje je u klasi glejnih tala, podtip hipoglej. Površinski

sloj tla (P= 0-36 cm) je vrlo kisele pH reakcije (4,52), slabe opskrbljenosti P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (8,60 mg 100 g<sup>-1</sup> tla), vrlo dobre opskrbljenosti K<sub>2</sub>O (24,20 mg 100 g<sup>-1</sup> tla) te slabe humoznosti (2,13%). Mehanički sastav P horizonta je visoke volumne gustoće (1,74 kg dm<sup>-3</sup>), slabo porozan (33,59%), praškasto ilovast (PrI), jake zbijenosti prema gustoći pakiranja (1.96 g cm<sup>-3</sup>) te stabilnih mikrostrukturnih agregata tla (84,65%). Provedena je osnovna gnojidba NPK gnojivima u jesen na svim parcelama u skladu s obradom tla. Poljski pokus je postavljen po split-plot shemi u četiri repeticije. Za Sve varijante obrade tla zaštita usjeva od bolesti, korova i štetnika bila je jednaka. Sorta Podravka 95 posijana je 9. travnja 2009. godine, a žetva je obavljena 25. rujna 2009. godine. Mehanički otpor tla određivan je elektronskim konusnim penetrometrom (Penetrologger 06.15.01 Eijkelkamp, Nizozemska) na parcelama obrade tla i izražen je u MPa. Mjerenja su obavljena u fenofazi cvatnje kod soje, na svakih 5 cm do dubine od 40 cm. Uzimano je 10 mjerenja po parceli i u četiri ponavljanja. Za mjerenje otpora tla korišten je konus bazne površine 1,0 cm<sup>2</sup> pri brzini penetracije konusa u tlo od 2 cm s<sup>-1</sup> i kutom od 60°. Penetrometriranja su obavljena 16. svibnja 2009. godine za soju. Također su uzimani uzorci tla za određivanje trenutačne vlažnosti sa četiri dubine: 0-10, 10-20, 20-30 i 30-40 cm, s 10 mjesta po parceli u sve četiri repeticije. Podaci su prikupljeni i obrađeni analizom varijance i testirani F-testom za pragove statističke opravdanosti od P=0,05 (Ivezić i Vukadinović, 1985.) te su izračunate granične vrijednosti (LSD za P=0,05).

## Rezultati i rasprava

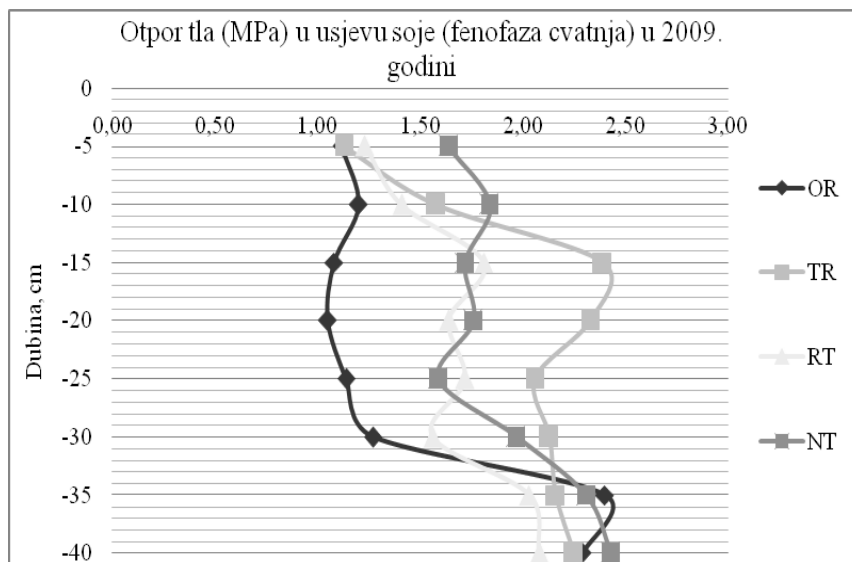
Tijekom vegetacije soje 2009. godine (IV.-X.) vladale su izazito nepovoljne vremenske prilike (Tablica 1.). U pogledu oborina, zabilježen je manjak od 138,3 mm, što dokazuju mjeseci travanj (-37,5 mm), svibanj (-14,9 mm), srpanj (-50,5 mm), kolovoz (-21,5 mm), rujna (-42,9 mm). Temperature su bile iznad prosječne za svaki mjesec te su se kretale od 2,0°C (VII. i VIII.) do 3,4°C (IV.). Cijela vegetacija soje bila je obilježena temperaturama iznad prosjeka (1965.-1991.), odnosno vegetacija soje 2009. godine bila je toplija za 2,2°C. Hidrotermički koeficijent prema Seljaninovu (Ks) je za toplo razdoblje iznosio je 0,7, odnosno lokalitet pripada u klasu gornje granice suhoga ratarenja (prema Gračanin i Iljanić, 1977.).

Tablica 1. Ukupne mjesečne količine oborina i srednje mjesečne temperature za 2009. godinu i višegodišnji prosjek (1965.-2008.) za lokalitet Darda

		IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	
2009.	mm	12,8	44,3	118,1	17,3	34,8	12,2	<b>239,5</b>
	°C	14,7	18,9	19,7	23,2	22,9	19,1	<b>19,8</b>
1965.- 2008	mm	50,7	59,2	88,7	67,8	56,3	55,1	<b>377,8</b>
	°C	11,1	16,5	19,7	21,2	20,9	16,5	<b>17,6</b>

Tijekom mjerenja otpora tla vlažnost tla je bila ujednačena po varijantama obrade tla te se kretala (Tablica 2), u prosjeku za varijante, od 15,5% tež. (NT) do 16,3% tež. (RT). Kod svi varijanata obrade tla otpori zabilježeni na dubini 30-40 cm su ukazuju na postojanje zbijenog sloja (taban pluga) zbog prijašnjeg dugogodišnjeg oranja na tu dubinu (Grafikon 1). Prosječni otpori tla su se kretali ovim slijedom OR<RT<TR<NT (Tablica 3). Otpori tla su se s dubinom povećavali statistički značajno. Slične rezultate su dobili i Stipešević (1997.) i Jug (2006.). Na varijanti TR, u odnosu prema varijanti OR, prosječni otpori bili su povećani za +0,22 MPa (14,0%). Razlike nisu bile statistički značajne. RT varijanta imala je veće prosječne otpore u odnosu na varijantu OR (+0,19 MPa ili 12,1%), a po dubini otpori su se kretali u rasponu od +0,12 do +0,40 MPa, no ove razlike nisu bile statistički opravdane.

Varijanta bez obrade tla (NT) u usporedbi s varijantom OR, imala je najveća povećanja otpora tla (prosječno za +0,51 MPa ili 32,5%). Po dubini ova su povećanja otpora bila u rasponu od +0,35 do +0,84 MPa, ali samo u sloju 25-30 cm statistički opravdano (Atkinson u sur. 2007.). Taylor (1971.) navodi da ukorijenjivanje prestaje kod 2,5 MPa.



Grafikon 1. Otpor tla po varijantama obrade tla

Tablica 2. Vlažnost tla (% težinski) u usjevu soje u fenofazi cvatnja (16. svibnja 2009. godine) prilikom mjerenja otpora tla

Dubina (cm)	Obrada tla			
	OR	TR	RT	NT
0-10	15,7	15,1	14,8	14,9
10-20	15,9	16,3	15,0	15,4
20-30	16,3	16,9	15,6	15,6
30-40	17,1	16,9	16,3	16,6
Prosjek	16,2	16,3	15,4	15,5

Tablica 3. Utjecaj obrade tla na otpor tla (MPa) na istoj varijanti obrade, ali različite dubine 2009. godine

Obrada tla	Dubina cm								Prosjek
	5	10	15	20	25	30	35	40	
OR	1,18a	1,40a	1,36a	1,30a	1,35a	1,48a	2,07b	2,40b	1,57
TR	1,16a	1,66ab	2,03bc	1,85bc	1,78bc	1,95bc	2,19c	1,71bc	1,79
RT	1,39a	1,69ab	1,76ab	1,66a	1,69ab	1,84ab	2,19b	1,82ab	1,76
NT	1,54a	1,75a	1,94ab	1,85ab	1,82ab	2,32bc	2,66c	2,75c	2,08

\*vrijednosti označene istim malim slovom nisu statistički različite na P=0.05 razini značajnosti u istom redu za D/O

Izmjereni otpori nisu predstavljali velik problem u rastu i razvoju soje te je vidljivo kako je slabijim intenzitetom i bez statističke opravdanosti djelovao faktor obrade ( $F=2.40$ ). S druge strane, statistički opravdanim intenzitetom djelovao je faktor dubine uzorkovanja ( $F=27.86^{**}$ ) na izmjerene otpore tla. Najmanji otpori tla zabilježeni su na varijanti oranja

(OR). Varijante TR (1,79 MPa) i RT (1,76 MPa) bile su nešto povećanih otpora (+0,22 i 0,19 MPa), u okviru eksperimentalne pogriješke. Jedino je NT varijanta bila sa statistički opravdano većim prosječnim otporom (NT=2,08 MPa) prema varijanti konvencionalne obrade tla (OR=1,57 MPa). Rosolem i Takhashi (1998.) navode da ukorijenjivanje soje 50% manje već pri otporima od 1,45 MPa.

### Zaključak

Možemo zaključiti da su otpori tla bili s manjim razlikama između varijante OR i ostalih istraživanih varijanata obrade tla, a razlike su bilo rijetko statistički opravdane. Jedino je NT varijanta bila statistički opravdanih razlika prema varijanti oranja. Izmjerene vrijednosti nisu predstavljale ograničavajući faktor u rastu i razvoju korijena.

**Napomena:** Rad je rezultat istraživanja u sklopu izrade diplomskog rada studenta Igora Maršića.

### Literatura

- Akker, J. J. H., Canarache, A. (2001). Two European concerted actions on subsoil compaction. *Landnutzung und Landentwicklung*. Vol. 42, str. 15-22.
- Atkinson, B. S., Sparkes, D. L., Mooney, S. J. (2007). Using selected soil physical properties of seedbeds to predict crop establishment. *Soil and Tillage Research*, 90. 222-229.
- Bartlová, J., Lang, J., Kubíková, Z. (2011). Increase in Penetrometric Resistance of Soil in Selected Localities in the Neighbourhood of the Brno City, Czech Republic. *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Soil Conference ISTRO Czech Branch – Pruhonice*.
- Birkas, M., Szalai, T., Nyari, H. F., Fenyves, T., Percze, A. (1997). Results of long-term trials on the direct drilling of maize in a brown forest soil. *Novenytermeles* 46, 413-430.
- Busscher, W. J., Lipiec, J., Bauer, P. J., Carter, T. E., (2000). Improved root penetration of soil hard layers by a selected genotype. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 31, 3089–3101.
- Clark, L. J., Whalley, W. R., Barraclough, P. B. (2003). How do roots penetrate strong soil. *Plant and Soil*. Vol. 255, str. 93-104.
- Gračanin, M., Ilijanić, Lj. (1977). *Uvod u ekologiju bilja*. Školska knjiga. Zagreb.
- Grzesiak, T. M. (2009.). Impact of soil compaction on root architecture, leaf water status, gas exchange and growth of maize and triticale seedlings. *Plant Root*. Vol. 6, str. 10-16.
- Hamza, M. A., Anderson, W. K. (2005). Soil compaction in cropping systems. A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil & Tillage Research*. Vol. 82, str. 121–145.
- Ivezić, M., Vukadinović, V. (1985). Primjena mikroročunara u analizi varijance jednodimenzionalne i dvodimenzionalne klasifikacije. *Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji* 15: 36-51.
- Jug, D. (2006). Reakcija ozime pšenice i soje na reeduciranu obradu tla na černozeu. *Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Osijek*.
- Rosolem, C. A., Takahashi, M., (1998). Soil compaction and soybean root growth. In: Box, J. E. (Ed.), *Root Demographics and their Efficiencies in Sustainable Agriculture, Grasslands and Forest Ecosystems*. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> Symposium of the International Society of Root Research*, Clemson, South Carolina, USA, pp. 295–304.
- Stipešević, B. (1997). Utjecaj reducirane obrade tla na prinos ozime pšenice i otpor tla na hidromelioriranom glejnom tlu sjeveroistočne Hrvatske. *Magistarska radnja, Agronomski fakultet Zagreb*.
- Taylor, H. M. (1971). Effect of soil strength on seedling emergence, root growth and crop yield. *Compaction of Agricultural Soils*, American Society of Agricultural Engineering, pp. 292–305.
- Várallyay, G., Farkas, C. (2010). Agrotechnical measures for reducing the risk of extreme soil moisture events. *Proceedings 1<sup>st</sup> International Scientific Conference CROSTRO – Croatian Soil Tillage Research Organization*. Osijek, Hrvatska.

## Soil resistance in different soil tillage treatments in soybean

### Abstract

The results of the 2009 survey were presented. The influence of different soil tillage variants on soil soil resistance were studied. The soil treatment variants were OR-conventional soil treatment; TR-disking; RT-soil loosening; NT-no-tillage. The soil type on which the survey was conducted is hydromeliorated soil, hypogley. The experiment was set up by a split-plot method. The average soil resistance, measured in soybean bloom, did not significantly affect root development; OR (1.57 MPa) <RT (1.79 MPa) <TR (1.76 MPa) <NT (2.08 MPa). The statistical higher soil resistance was recorded only on the NT variant, according to the OR variant. Soil resistance increased, statistically significant, with increasing depth.

**Key words:** ploughing, discharrowing, soil loosening, no-tillage, soil resistance

## Utjecaj sortimenta na goriva i negoriva svojstva biomase stabljike soje

Ana Matin<sup>1</sup>, Tajana Krička<sup>1</sup>, Nikola Bilandžija<sup>1</sup>, Vanja Jurišić<sup>1</sup>, Mateja Grubor<sup>1</sup>, Alan Antonović<sup>2</sup>, Josip Lakić<sup>1</sup>, Neven Voća<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska (amatin@agr.hr)

<sup>2</sup> Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Rad istražuje gorive, negorive i ogrjevne vrijednosti biomase stabljike soje u odnosu na sortiment. Istraženo je devet sorata soje od vrlo ranih do kasnih. Sadržajem negorivih svojstava utvrđena je prosječna vlaga od 4,97 do 6,53%, uz količinu pepela kao važnog čimbenika od 1,87 do 4,78%, što je povoljan sadržaj za poljoprivredu biomasu. Sadržaj gorivih svojstava ukazuje, bez obzira na sortiment, na vrlo malu količinu sumpora što je pokazatelj kvalitete goriva. Količina ugljika i vodika proporcionalna je zahtjevima gorivih svojstava. Donja ogrjevna vrijednost je visoka i iznosi oko 17,50 MJ kg<sup>-1</sup>. Može se utvrditi da su stabljike soje kvalitetna biomasa koja se može koristiti kao gorivo.

**Ključne riječi:** soja, sortiment, slama, biomasa, goriva svojstva, negoriva svojstva

### Uvod

Velike potrebe za energijom i energentima rezultirale su povećanjem cijena zbog ograničenih zaliha fosilnih goriva te se moraju zamijeniti drugim izvorima, od kojih je jedan od najznačajnijih biomasa. Biomasa se odnosi na čvrste organske materijale dobivene iz biljaka i životinja, a pod tim pojmom obuhvaćena je drvena biomasa, ostaci poljoprivredne proizvodnje i industrije te organski otpad (Krička i sur., 2006.). Korištenje biomase, uključujući i biomasu poljoprivrednog podrijetla u koju pripada slama, kruti komunalni otpad i stajsko gnojivo, privuklo je sve više pozornosti javnosti zahvaljujući njihovoj energetskej iskoristivosti (Kristensen, 1990. i Padey i Pitman, 2003.).

Danas se u poljoprivredi najveća količina biomase dobiva iz primarne ratarske proizvodnje, poglavito iz žitarica i uljarica. U Republici Hrvatskoj najviše se uzgaja suncokret, soja i uljana repica koje sadrže približno jednak omjer sjemenki u odnosu na biomasu, koja je po svojem sadržaju lignocelulozna i predstavlja jeftin i obnovljiv izvor energije.

Danas je u svijetu dostupno oko 220 milijuna tona slame soje godišnje koja bi mogla postati važan izvor prirodnih celuloznih vlakana (Reddy i Yang, 2009.). Međutim, još uvijek većina slame soje predstavlja otpad ili se zaorava što rezultira gubitkom resursa i zagađenjem okoliša (Zhu i sur., 2008.). Stoga je cilj ovog rada utvrditi utjecaj sortimenta stabljike soje na sadržaj gorivih i negorivih tvari te ogrjevne vrijednosti u svrhu utvrđivanja energetske iskoristivosti.

### Materijal i metode

U svrhu utvrđivanja utjecaja sortimenta na gorive i negorive tvari biomase te ogrjevne vrijednosti stabljike soje istraživanja su provedena na devet sorata soje i to na: dvije vrlo rane sorte (Lucija i Mira), četiri rane sorte (Gala PZO, Sivka, Ana i Sanja), dvije srednje rane sorte (Slavonka i Zagrepčanka) te jednoj kasnoj sorti (Gordana). Analiziran je sadržaj vode (HRN EN 18134-2:2015) u laboratorijskoj sušnici, pepela (HRN EN ISO 18122:2015) i koksa (EN 15148:2009) u mufolnoj peći, fiksnog ugljika i hlapljive tvari (EN 15148:2009)



računski te gornja (HHV) i donja (LHV) ogrjevna vrijednosta (EN 14918:2010) kalorimetrom. Sadržaj dušika (N) (HRN EN ISO 16948:2015), ugljika (C) i vodika (H) (HRN EN ISO 16948:2015) te sumpora (S) (HRN EN ISO 16994:2015) određen je CHNS analizatorom. Jednako tako, na osnovi prosječne energetske vrijednosti nafte od 41 MJ kg<sup>-1</sup>, izračunat je omjer nafte u odnosu na istraživanu biomasu.

## Rezultati i rasprava

Biomasa, kao kruto gorivo, sastoji se od gorivih i negorivih tvari. Energetska iskoristivost biomase ali i drugih goriva, može se prikazati njihovom gorivom vrijednošću koje pod utjecajem kisika iz atmosfere, temperature dovoljne za zapaljenje uz stvaranje plamena ili žara, izgaraju uz produkte topline, plinova i nesagorivih ostataka. Rezultati istraživanja gorivih tvari biomase stabljike soje prikazani su u Tablici 1 dok su u Tablici 2 prikazani rezultati negorivih svojstava istraživanih sorata soje. U Tablici 3 prikazana je ogrjevna vrijednost istraživanih sorata te omjer biomase slame soje u odnosu na 1 kg nafte.

Tablica 1. Sadržaj gorivih tvari stabljike soje

Sorta	C (%)	S (%)	H (%)	O (%)
Lucija	47,16	0,07	4,01	48,75
Mira	47,10	0,12	3,92	48,88
Gala PZO	47,69	0,08	4,11	48,12
Sivka	47,95	0,07	4,12	47,85
Ana	48,20	0,08	4,10	47,61
Sanja	47,96	0,09	4,09	47,87
Slavonka	48,24	0,06	4,11	47,58
Zagrebčanka	46,85	0,09	4,03	49,05
Gordana	47,96	0,08	4,10	47,86

Iz dobivenih vrijednosti gorivih tvari stabljike soje može se uočiti da najveću količinu ugljika i vodika, kao i najmanji sadržaj sumpora i kisika ima srednje rana sorta Slavonka što ju svrstava u kvalitetnu biomasu. Nizak sadržaj sumpora pokazatelj je da je slama soje CO<sub>2</sub> neutralno gorivo, dok je sadržaj kisika kao elemenata koji smanjuje kvalitetu goriva povoljan. Prema navodima literature stabljika soje sadrži 47,8% ugljika, 44,3% kisika, 6,9% vodika i 0,1% sumpora (Huang i sur., 2016.) što su rezultati sukladni dobivenima u ovome istraživanju.

Tablica 2. Sadržaj negorivih tvari stabljike soje

Sorta	Voda (%)	Pepeo (%)	Koks (%)	Fiksni ugljik (%)	Hlapiva tvar (%)	Dušik N (%)
Lucija	5,92	4,07	18,73	13,92	78,09	0,48
Mira	5,94	3,93	17,46	12,49	77,63	0,64
Gala PZO	6,31	2,31	14,88	11,64	79,75	0,52
Sivka	6,36	1,87	15,01	12,19	79,59	0,58
Ana	4,97	3,05	17,61	13,68	78,29	0,58
Sanja	6,66	3,43	20,21	15,45	74,47	0,49
Slavonka	6,21	2,17	17,29	11,23	80,39	0,47
Zagrebčanka	5,79	4,78	17,47	11,68	77,54	0,51
Gordana	6,53	3,58	15,36	10,78	79,12	0,38

Temeljem dobivenih vrijednosti negorivih tvari stabljike soje, može se uočiti nizak sadržaj vode u svim istraživanim sortama. Voda je u gorivu nepoželjni, nesagorivi sastojak i ima izravan učinak na ogrjevnu vrijednost biomase zbog količine topline koja se troši na njeno isparavanje (Francescato i sur., 2008.). Grubor i sur. (2017.) navode sadržaj vode u slami soje od 8,18% što je nešto viši sadržaj od dobivenog u ovome istraživanju.

Sadržaj pepela koji određuje kvalitetu goriva značajno se razlikovao kod istraživanih sorata te je bio najmanji kod rane sorte Sivke, a najviši kod srednje rane sorte Zagrebčanke. Prema Reddy i Yangu (2009.) sadržaj pepela u slami soje kretao se od 2 do 5% što je u skladu s ovim israživanjem. Sadržaj pepela u ovisnosti od vrste biomase poljoprivrednih kultura i dijelova biomase najčešće se kreće u rasponu od 0,5 do 3%, iako se kod biomase može kretati od 0,1% pa čak do 46% (Vassilev i sur, 2010.).

Analizirajući koks i fiksni ugljik, kao pokazatelje kvalitete goriva, najveći sadržaj obje komponente sadržavala je rana sorta Sanja. Najmanji sadržaj koksa sadržavala je rana sorta Gala PZO, te fiksnog ugljika kasna sorta Gordana. Nadalje, dušik općenito ne podržava gorenje i najmanje ga sadrži kao i fiksnog ugljika sorta Gordana, a najviše vrlo rana sorta Mira. Prama istraživanju Zhu i sur. (2008.), sadržaj dušika bio je 0,83% što je nešto viša vrijednost nego dobivena u ovome istraživanju. Proizlazi da najbolja energetska negoriva svojstva sadrže rane sorte soje (Gala PZO, Sivka. Ana i Sanja).

Tablica 3. Ogrjevna vrijednost istraživanih sorata te omjer nafte i biomase

Sorta	HHV (MJ kg <sup>-1</sup> )	LHV (MJ kg <sup>-1</sup> )	Omjer nafta:biomasa (kg)
Lucija	17,99	17,11	1:2,40
Mira	18,31	17,45	1:2,35
Gala PZO	18,29	17,40	1:2,36
Sivka	18,53	17,63	1:2,33
Ana	18,14	17,24	1:2,38
Sanja	18,74	17,85	1:2,30
Slavonka	18,63	17,73	1:2,31
Zagrebčanka	18,48	17,60	1:2,33
Gordana	18,67	17,77	1:2,31

Ogrjevna vrijednost biomase je pokazatelj kemijski vezane energije u njoj, koja se pretvara u toplinsku energiju kroz proces izgaranja te je jedan od najvažnijih svojstava biomase kada je u pitanju dizajn izračuna ili numeričke simulacije sustava toplinske pretvorbe za biomasu (Krička i sur., 2010.). Promatrajući gornju ogrjevnu vrijednost može se uočiti da se vrijednosti kreću oko 18,50 MJ kg<sup>-1</sup> dok se vrijednosti donje ogrjevne vrijednosti kreću oko 17,50 MJ kg<sup>-1</sup> u ovisnosti o israživanoj sorti. Prema Demirbasu (2008.), gornja ogrjevna vrijednost slame soje bila je 19,40 MJ kg<sup>-1</sup>, dok je prema Grubor i sur. (2017.) gornja ogrjevna vrijednost slame bila 18,76 MJ kg<sup>-1</sup> što je u suglasju s ovim istraživanjem.

### Zaključak

Temeljem vlastitih istraživanja može se utvrditi da je sortiment soje imao utjecaja na goriva i negoriva svojstva soje, kao i na ogrjevnu vrijednost. Utvrđeno je da je slama soje kvalitetna linocelulozna biomasa i može se koristiti za proizvodnju druge generacije biogoriva. Dokaz tome je visoka gornja ogrjevna vrijednost oko 18,59 MJ kg<sup>-1</sup> te donja ogrjevna vrijednost oko 17,50 MJ kg<sup>-1</sup>. Proizlazi da u prosjeku moramo osigurati oko 2,35 kg biomase stabljike soje kako bismo zamijenili 1 kg nafte.

## Napomena

Ovo istraživanje provedeno je u okviru VIP projekta „Potencijal proizvodnje zelene energije iz ostataka ratarske proizvodnje“ te projekta Hrvatske zaklade za znanost, br. 3328, “Converting waste agricultural biomass and dedicated crops into energy and added value products – bio-oil and biochar production”.

## Literatura

- Demirbas A. (2008). Importance of biomass energy sources for Turkey. *Energy Policy*. 36 (2):834-842.
- EN 15148:2009 Čvrsta biogoriva – Određivanje udjela fiksnog ugljika.
- HRN EN ISO 18122:2015 Čvrsta biogoriva -- Određivanje udjela pepela.
- HRN EN ISO 18134-2:2015 Čvrsta biogoriva -- Određivanje udjela vlage -- Metoda sušionika - 2. Dio.
- Krička T., Voća N., Jukić Ž., Janušić V., Matin A. (2006). Iskustva u proizvodnji i iskorištavanju obnovljivih izvora energije u Europskoj Uniji. *Krmiva*. 48 (1): 49-54.
- Kristensen E. (1990). Characterization of biogenic organic matter by stepwise thermogravimetry (STG). *Biogeochemistry*. 9:135–59.
- Pandey K., Pitman A. (2003). FTIR studies of the changes in wood chemistry following decay by brown-rot and white-rot fungi. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 52:151–60.
- Redd N., Yang Y. (2009). Natural cellulose fibers from soybean straw. *Bioresource Technology*. 100:3593–3598.
- Vassilev S.V., Baxter D., Andersen L.K., Vassileva C.G. (2010). An overview of the chemical composition of biomass. *Fuel*. 89:913–933.
- Xin H., Jing-Pei C., Xiao-Yan Z., Jing-Xian W., Xing F., Yun-Peng Z., Xian-Yong W. (2016). Pyrolysis kinetics of soybean straw using thermogravimetric analysis. *Fuel* 169:93–98.
- Zhu B., Fan T., Zhang D. (2008). Adsorption of copper ions from aqueous solution by citric acid modified soybean straw. *Journal of Hazardous Materials*. 153 (1–2):300-308.

## Varieties influence on soybean straw biomass combustible and non-combustible properties

### Abstract

The paper investigates the soybean straw combustible, non-combustible and heating values, in regards to varieties. Nine soybean varieties, from very early to late, were investigated. The content of non-combustible properties was found to have an average moisture content of 4.97 to 6.53%, with the amount of ash as an important factor from 1.87 to 4.78%, which is favorable content for agricultural biomass. The combustible properties indicates a low sulphur content, indicating that straw is a good fuel. The amount of carbon and hydrogen is proportional to the fuel properties requirements. The lower heating value is high and is about 17,50 MJ kg<sup>-1</sup>. It can be determined that soybean straw is a quality biomass and can be used as a fuel.

**Key words:** soybean, varieties, straw, biomass, combustible properties, non-combustible properties

## Control of weeds in Clearfield<sup>®</sup> oilseed rape (*Brassica napus* L.)

Anyo Mitkov<sup>1</sup>, Mariyan Yanev<sup>1</sup>, Nesho Neshev<sup>1</sup>, Hristiyan Uzunov<sup>2</sup>, Tonyo Tonev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Agriculture and Herbiology, Agricultural University of Plovdiv, Bulgaria (n\_neshev85@abv.bg)

<sup>2</sup>Student of Plant Protection at the Agricultural University of Plovdiv, Bulgaria

### Abstract

A field trial with Clearfield<sup>®</sup> oilseed rape hybrid PX 111 CL was carried out during 2016 and 2017. The aim of the research is to study the control of omitted weeds. The efficacy of the herbicides Cleranda<sup>®</sup> SC + Dash<sup>®</sup> and Lontrel<sup>™</sup> 72 SG. On the 14<sup>th</sup> day after treating, unsatisfactory efficacy was found for all variants with Cleranda<sup>®</sup> SC + Dash<sup>®</sup>. Good efficacy (50 to 70%) was recorded only against *S. arvensis* L. On the 28<sup>th</sup> day after the treatments with Cleranda<sup>®</sup> SC + Dash<sup>®</sup> + Lontrel<sup>™</sup> 72 SG low insignificant efficacy against *L. rigidum* Gaudin, *A. fatua* L. and *F. pratensis* Huds., as well *A. githago* L. and the volunteer *C. sativum* L. was observed. On the 56<sup>th</sup> day for the higher rate of Cleranda<sup>®</sup> SC + Dash<sup>®</sup> the efficacy against the weeds was higher. The highest oilseed rape seed yield was achieved for Cleranda<sup>®</sup> SC + Dash<sup>®</sup> + Lontrel<sup>™</sup> 72 SG treatments. The application of Cleranda<sup>®</sup> SC at more developed stages did not control fully the existing weeds. When the product was applied at higher rates, the recorded efficacy against the broadleaf weeds was more severe.

**Key words:** oilseed rape, weeds, herbicides, efficacy

### Introduction

For obtaining high yields and production quality precise plant protection should be performed. The control of the weeds is among the main factors influencing the obtaining of high yields (Kalinova et al., 2012; Dimitrova et al., 2014a; Dimitrova et al., 2014b). In the regions where oilseed rape is grown there is difference between the weed species. At the trial filed of the Agricultural University of Plovdiv, Bulgaria dominant weed species are *Sinapis arvensis* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Anthemis arvensis* L. and *Papaver rhoeas* L. (Tityanov et al., 2009). The most distributed weeds in Hubei, China are *Alopecurus aequalis* Sobol, *Veronica persica* Poir., *Malachium aquaticum* (L.) Fr., *Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fernald, *Galium aparine* L., *Poa annua* L., *Alopecurus japonicus* Steud (WenDa et al., 2008). The weed infestation in winter oilseed rape in Germany is presented mostly by *Matricaria* spp., *Viola arvensis* Murray, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med., *Stellaria media* (L.) Vill., *Thlaspi arvense* L., etc. The most distributed are *P. annua* and *Apera spica-venti* (L.) PB. (Frisen et al., 2003; Hanzlik et al., 2010; Harker et al. 2003; Senior and Dale, 2002).

The choice of herbicide depends on whether oilseed rape hybrid is conventional or Clearfield<sup>®</sup>. The grown oilseed rape hybrids by this technology are resistant to the herbicide Imazamox. Against *S. arvensis* and *R. raphanistrum* Cleranda<sup>®</sup> SC at rate of 1500 - 2000 ml/ha + Dash<sup>®</sup> could be applied (Ádámszki et al., 2010; Delchev, 2014). The successful weed control also depends on the application time, as well as the phenophase of the weeds and the crop (Franek, 1994; Freeman and Lutman, 2004).

The aim of the trial is to study the control of omitted weeds at Clearfield<sup>®</sup> oilseed rape.

## Material and methods

The experiment is carried out at the experimental base of the department of Agriculture and Herbology of the Agricultural University of Plovdiv, Bulgaria. The trial was conducted during 2016 and 2017 by the randomised block design with 3 replications. The size of the harvesting plot was 20 m<sup>2</sup>. The grown oilseed rape hybrid was PX 111 CL. The predecessor crop was winter wheat. On the trial field deep ploughing, disc harrowing and two cultivations before sowing were done. Basic combine fertilization with 250 kg ha<sup>-1</sup> NPK 15:15:15 and spring dressing with 200 kg ha<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> was performed.

The herbicides were applied at phenophase 6<sup>th</sup> – 8<sup>th</sup> leaf of the crop (BBCH 16-18). The variants of the trial are shown on Table 1. The efficacy of the studied herbicides was recorded by the 10 score visual scale of EWRS (European Weed Research Society) on the 14<sup>th</sup>, 28<sup>th</sup> and 56<sup>th</sup> day after application. The selectivity by the 9 score scale of EWRS was evaluated (at score 0 there are no damages on the crop, and at score 9 the crop is completely destroyed). The weed infestation on the trial was presented by *A. arvensis* L., *P. rhoeas* L., *G. aparine* L., *Consolida regalis* S.F. Gray, *Agrostemma githago* L., *S. arvensis*, *Lolium rigidum* Gaudin, *Avena fatua* L., *Festuca pratensis* Huds. and the volunteer *Coriandrum sativum* L.

Table 1. Variants of the trial

Var.	Treatments	Active substances	Rates ml/g ha <sup>-1</sup>
1.	Untreated control	-	-
2.	Cleranda <sup>®</sup> SC + Dash <sup>®</sup>	17.5 g/l Imazamox + 375 g/l Metazachlor	2000+1000
3.	Cleranda <sup>®</sup> SC + Dash <sup>®</sup>	17.5 g/l Imazamox + 375 g/l Metazachlor	1500+750
4.	Cleranda <sup>®</sup> SC + Dash <sup>®</sup> + Lontrel <sup>™</sup> 72 SG	17.5 g/l Imazamox + 375 g/l Metazachlor 720 g/kg Clopiralid	1500+750 +100
5.	Cleranda <sup>®</sup> SC + Dash <sup>®</sup> + Lontrel <sup>™</sup> 72 SG	17.5 g/l Imazamox + 375 g/l Metazachlor 720 g/kg Clopiralid	1500+750 +150
6.	Cleranda <sup>®</sup> SC + Dash <sup>®</sup> + Lontrel <sup>™</sup> 72 SG	17.5 g/l Imazamox + 375 g/l Metazachlor 720 g/kg Clopiralid	1500+750 +200
7.	Lontrel <sup>™</sup> 72 SG	720 g/kg Clopiralid	200

## Results and discussion

The recorded data on the 14<sup>th</sup> day after treatments showed that the application of Cleranda<sup>®</sup> SC + Dash<sup>®</sup> at more developed stages did not control fully the existing weeds. When the product is applied at higher rates the efficacy against the broadleaf weeds was more obvious. The combined application of Cleranda<sup>®</sup> SC + Dash<sup>®</sup> + Lontrel<sup>™</sup> 72 SG has excellent broadleaf weed control, but did not show good efficacy against the grass weeds *L. rigidum* and *A. fatua* that were in phenophase tillering (Table 2.)

Table 2. Efficacy of the studied herbicides on the 14<sup>th</sup> day after application (%)

Var. Weeds	2016							2017						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
<i>A. arvensis</i>	-	15	10	25	50	65	70	-	10	10	35	65	70	65
<i>P. rhoeas</i>	-	25	20	35	50	60	50	-	30	20	40	45	65	35
<i>G. aparine</i>	-	10	5	25	45	60	65	-	10	10	30	50	60	60
<i>C. regalis</i>	-	30	20	30	35	40	45	-	30	25	30	40	45	50
<i>A. githago</i>	-	10	5	15	20	30	30	-	10	10	20	20	45	20
<i>S. arvensis</i>	-	70	50	60	60	70	0	-	65	45	70	75	65	15
<i>L. rigidum</i>	-	30	15	15	35	35	0	-	30	10	10	35	35	0
<i>A. fatua</i>	-	0	0	0	0	0	0	-	5	5	5	0	0	0
<i>F. pratensis</i>	-	20	10	10	20	20	0	-	30	10	10	20	20	0
<i>C. sativum</i>	-	15	5	20	25	30	20	-	10	5	25	30	35	10

In 2016 unsatisfactory efficacy at all variants where Cleranda® SC + Dash® were applied was recorded. Good efficacy (50 to 70%) only against *S. arvensis* was recorded (Table 2). The efficacy against *A. fatua* was 0%. The herbicide Lontrel™ 72 SG showed higher efficacy against *G. aparine* (65-70%). Against the other broadleaf weeds in the trial the efficacy was very low. The herbicide did not have any efficacy against the grass weeds and *S. arvensis*. The obtained results from the second experimental year corresponded to the first year of the study. The differences of the efficacy between the years were insignificant.

Table 3. Efficacy of the studied herbicides on the 28<sup>th</sup> day after application (%)

Var. Weeds	2016							2017						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
<i>A. arvensis</i>	-	45	40	55	60	75	85	-	40	20	60	65	85	85
<i>P. rhoeas</i>	-	60	50	50	60	60	50	-	60	55	60	50	65	45
<i>G. aparine</i>	-	60	50	50	65	70	75	-	70	65	55	65	75	75
<i>C. regalis</i>	-	60	45	50	60	65	45	-	65	60	60	50	60	50
<i>A. githago</i>	-	65	55	25	30	40	30	-	55	45	35	40	45	25
<i>S. arvensis</i>	-	90	85	90	90	95	0	-	95	95	85	95	95	15
<i>L. rigidum</i>	-	55	50	55	55	55	0	-	55	50	50	65	60	0
<i>A. fatua</i>	-	10	5	10	10	10	0	-	10	10	10	5	5	0
<i>F. pratensis</i>	-	55	45	55	55	55	0	-	55	55	60	60	60	0
<i>C. sativum</i>	-	25	20	30	35	40	20	-	20	15	30	40	45	25

The data from the evaluation on the 28<sup>th</sup> day after the treatments showed higher efficacy results at variants 2, 3, 4, 5 and 6. In comparison with the results from the 14<sup>th</sup> day after treatments, better weed control was achieved at the higher herbicide rates (Table 3). The efficacy of Cleranda® SC + Dash® + Lontrel™ 72 SG against *L. rigidum*, *A. fatua* and *F. pratensis*, as well *A. githago* and the volunteer *C. sativum* was insignificant.

Table 4. Efficacy of the studied herbicides on the 56<sup>th</sup> day after application (%)

Var. Weeds	2016							2017						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
<i>A. arvensis</i>	-	55	30	90	98	98	98	-	40	25	95	95	98	100
<i>P. rhoeas</i>	-	90	75	65	65	60	50	-	90	75	65	50	65	50
<i>G. aparine</i>	-	85	70	90	90	98	90	-	70	70	85	90	95	95
<i>C. regalis</i>	-	80	75	90	90	95	50	-	85	85	85	95	95	50
<i>A. githago</i>	-	90	85	90	95	95	35	-	85	75	80	90	90	40
<i>S. arvensis</i>	-	100	100	98	100	100	10	-	100	98	98	98	98	20
<i>L. rigidum</i>	-	85	60	75	60	60	0	-	85	60	65	70	65	0
<i>A. fatua</i>	-	35	30	50	35	35	0	-	25	20	35	45	30	0
<i>F. pratensis</i>	-	85	80	75	85	85	0	-	90	75	80	85	90	0
<i>C. sativum</i>	-	60	50	80	90	95	75	-	60	55	70	85	85	70

In comparison with the lowest rates of the alone application of Cleranda® SC + Dash®, at the higher rate of 2000 ml ha<sup>-1</sup> the efficacy against the weeds on the 56<sup>th</sup> day after the application was higher (Table 4.). The alone application of Lontrel™ 72 SG at variant 7 showed very low efficacy against the difficult to control broadleaf weeds *P. rhoeas*, *S. arvensis*, *C. regalis* and *A. githago*.

At the end of the vegetation the percentage ratio between the weeds' and crop' biomass was recorded. The obtained results showed that "Nature does not tolerate empty space" i.e. at the variants with low herbicide efficacy, the weeds became dominant. At these variants pronounced compensatory processes were also observed and were in favor of the more resistant and slightly sensitive weeds. At variants 1, 2, 3, 4 and 7 the crop occupied a threateningly small area in comparison with the weeds (Figure 1).

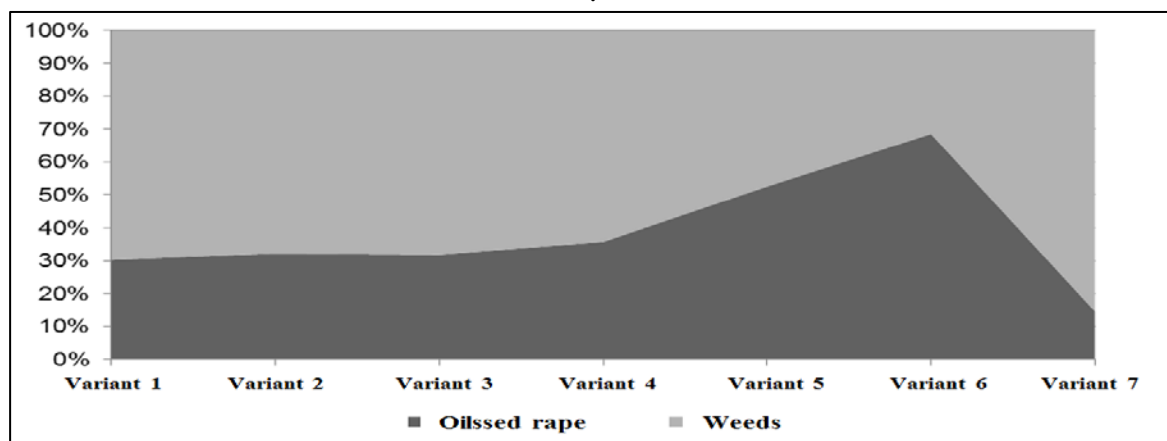


Figure 1. Average weeds to crop biomass ratio for 2016 and 2017 (%)

The results for the productivity showed that during the two experimental years after the combine application of Cleranda® SC + Dash® + Lontrel™ 72 SG at variants 4, 5 and 6 the highest oilseed rape seed yield was achieved (1.98, 2.00 and 2.04 t ha<sup>-1</sup> respectively) (Figure 2). The unsuccessful weed control at the winter oilseed rape can lead to total yield losses (Pacanoski, 2014). That corresponds with the obtained data from variants 2 and 3 where the yields are approximately 50% lower in comparison with the previous three variants – 1.06 and 0.99 t ha<sup>-1</sup> respectively. The lowest yields among the treated variants were reported at variant 7 – 0.63 t ha<sup>-1</sup>. The untreated control had the lowest yields – 0.47 t ha<sup>-1</sup>.

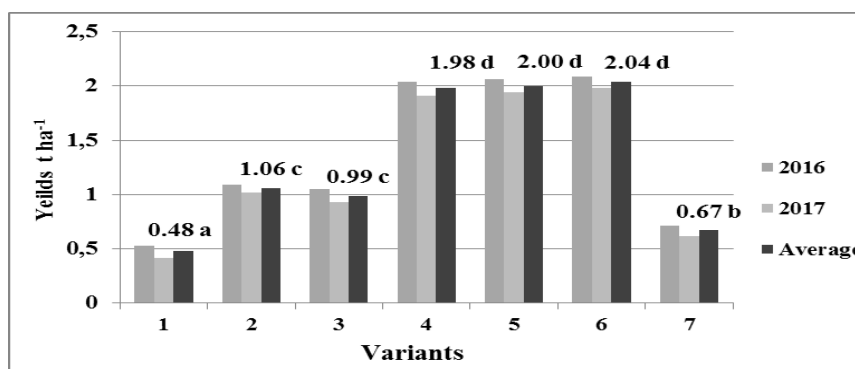


Figure 2. Yield of oilseed rape seeds (t ha<sup>-1</sup>)

Columns with different letters are with proven difference by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

## Conclusions

The application of Cleranda® SC + Dash® at rate of 2000 + 1000 ml ha<sup>-1</sup> showed higher efficacy in comparison with Cleranda® SC + Dash® at rate of 1500 + 750 ml ha<sup>-1</sup> against *P. rhoeas* and *G. aparine*.

The alone application of Lontrel™ 72 SG at rate of 200 g ha<sup>-1</sup> showed higher herbicide effect against *A. arvensis* and *G. aparine*. The efficacy from this treatment was 0% or insignificant against *P. rhoeas*, *C. regalis*, *A. githago*, *A. arvensis*, *A. Fatua*, *L. rigidum* and *F. Pratensis*.

For the yield, the rates of 1500 ml ha<sup>-1</sup> + 750 ml ha<sup>-1</sup> + 200 g ha<sup>-1</sup> for the tank mixture of Cleranda® SC + Dash® + Lontrel™ 72 SG led to obtaining of the highest seed yield – 2.04 t ha<sup>-1</sup>.

## References

- Ádamszki T., Kukorelli G., Torma M., Reisinger P. (2010). Experiences in weed control of imidazolinon resistant winter oilseed rape. *Magyar Gyomkutatás és Technológia*. 11 (2): 45-59
- Delchev G. (2014). Efficacy and selectivity of herbicides and herbicide combinations at winter oilseed canola, grown by conventional and Clearfield technologies. *Agricultural Science and Technology*. 315-320.
- Dimitrova M., Dimova D., Zhalnov I., Zorovski P., Georgieva T., Mitkov A., Idirizova E. (2014a.). The influence of some herbicides on the structural elements of the yield of winter oilseed rape. *Balkan Agricultural Congress, 8-11 September 2014, Edirne, Turkey, Turkish Journal of Agricultural and Natural Science*. 1054 – 1057.
- Dimitrova M., Zhalnov Iv., Stoychev D. (2014b). Efficacy and selectivity of some herbicides on winter oilseed rape, *Agricultural Science and Technology*. 6 (3): 297-300
- Franek M. (1994). Spring weeding treatments in winter oilseed rape. *Ochrona Roślin* 38 (4): 3-4.
- Freeman S., and Lutman P. (2004). The effects of timing of control of weeds on the yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*), in the context of the potential commercialization of herbicide-tolerant winter rape. *The Journal of Agricultural Science*. 142 (3): 263-272.
- Frisen L., Nelson A., Van Acker R. (2003). Fudence of contamination of pedigreed canola (*Brassica narus*) seedlots in western Canada with genetically engineered herbicide resistance traits. *Agronomy Journal* 95 (5): 1342-1347.
- Hanzlik K., Gerowitt B., Schulte M. (2010). What are weed species composition and species richness in oilseed rape influenced by? - Results from a weed survey on 1463 German oilseed rape fields. *Julius-Kühn-Archiv* (428) Quedlinburg: Julius Kühn Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen. 328-329.
- Harker K., Clayton G., Blackshaw R. (2003). Seeding rate, herbicide timing and competitive hybrids contribute to integrated weed management iv canola (*Brassica narus*). *Canadian Journal of nant science* 83 (2): 433-440.
- Kalinova St., Zhalnov Iv., Dochev G. (2012). An overview of the indirect damage from weeds as hosts of diseases and pests for crops. *Scientific Works of the Agricultural University of Plovdiv, Volume LVI*: 291-294
- Pacanoski Z. (2014). Application time and herbicide rate effects on weeds in oilseed rape (*brassica napus* var. *oleifera*) *Herbologia*. 14 (1): 33-45.
- Senior I., and Dale P. (2002). Herbicide – tolerance crops in agriculture oilseed rape as a case study. *Plant Breeding* 121 (2): 97-107.
- Tityanov M., Tonev T., Mitkov A. (2009). Novelties at the chemical weed control at oilseed rape. *Proceedings of The Third International Symposium „Ecological approaches for safe food production”*. Academic publisher of the Agricultural University of Plovdiv. 237-244.
- WenDa Z., ShouHui W., ChaoXian Z. (2008). Species composition and characterization of weed community in oilseed rape fields in Hubei Province. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences* 30 (1): 100-105.



## Control of broadleaf weeds in winter wheat (*Triticum aestivum* L.)

Anyo Mitkov, Nesho Neshev, Mariyan Yanev, Tonyo Tonev

Department of Agriculture and Herbology, Agricultural University of Plovdiv, 4000, Bulgaria  
(n\_neshev85@abv.bg)

### Abstract

Weeds compete with the winter wheat (*Triticum aestivum* L.) for water, light, nutrients, space, etc. They may interfere with harvest and other operations. During the period from 2014 to 2016 a trial was conducted with the winter wheat variety Enola. The experiment was stated on the experimental field of the base for training and implementation of the Agricultural University of Plovdiv, Bulgaria. Its aim was to study the efficacy and selectivity of three herbicide products for registration in Bulgaria: RXR 49 (metsulfuron-methyl + tribenuron-methyl + florasulam), SGE 27 (metsulfuron-methyl + tribenuron-methyl + fluroxypyr) and R7U12 (thifensulfuron-methyl + fluroxypyr). The herbicide application was applied in end of tillering – beginning of spindling phenophase of the crop (BBCH 29-31). The highest herbicide efficacy and highest yields were achieved in the treatment with SGE 27 (7.14 t ha<sup>-1</sup>) at rate 750 ml ha<sup>-1</sup>. All studied herbicide substances did not cause any visual signs of crop phytotoxicity.

**Key words:** winter wheat, weeds, herbicides, efficacy, selectivity

### Introduction

The weeds are the main concurrent of the winter wheat during vegetation. The high weed infestation can decrease the grain yield up to 70% (Bekelle, 2004). In the modern agriculture the weed management is performed mainly by chemical means. The choice of appropriate herbicide, optimal time and phenophase of application are one of the most important parts of the cropping system (Inayat and Ahmad, 2005; Gul Hassan et al., 2008; Abbas et al., 2009). To study the control of the weeds in winter wheat number of experiments were conducted. Chopra et al. (2008) reported that carfentrazone 20 g ha<sup>-1</sup> and metsulfuron 4 g ha<sup>-1</sup> control the broadleaf weeds for 83.7% and 84.1%, respectively. Good control against annual dicotyledonous weeds after application of iodosulfuron at 150-200 g ha<sup>-1</sup> and amidosulfuron + iodosulfuron potassium methyl at 200-250 g ha<sup>-1</sup> was recorded (Soroka and Soroka, 2003). For control of broadleaf weeds Ghulam et al. (2009) recommend the application of Buctril Super 60% EC at rate of 835 ml ha<sup>-1</sup> and Starane-M at rate of 875 ml ha<sup>-1</sup>. WangCang et al. (2016) established that the combinations of 29% fluroxypyr WP 111.31 g ha<sup>-1</sup> + 5% carfentrazone-ethyl WP 3.31 g ha<sup>-1</sup> and 50 g/l florasulam SC 7.50 g ha<sup>-1</sup> + 40% carfentrazone-ethyl WG 15 g ha<sup>-1</sup> have excellent efficacy against *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *Capsela bursa-pastoris* (L.) Med., *Galium aparine* L. High efficacy against *G. aparine* was recorded after the combine treatment with carfentrazon + MCPP, tritosulfuron + dicamba, pirafufen + isoproturon and amidosulfuron + iodosulfuron (Cirujeda et al., 2007).

The aim of the study is to evaluate the biological efficacy and selectivity of the herbicides RXR 49, SGE 27 and R7U12 to the winter wheat.

## Material and methods

The study was stated on the experimental field of the base for training and implementation of the Agricultural University of Plovdiv, Bulgaria from 2014 to 2016. The experiment was performed by the randomized block design in 4 replications. The size of the harvesting plot was 20 m<sup>2</sup>. The grown winter wheat variety was Enola. The sowing was done in the optimal time for the crop in the region. Predecessor for the crop in 2014 was Cleafield<sup>®</sup> oilseed rape, and in 2015 was silage maize. The performed soil tillage before the wheat sowing was deep ploughing followed by disking and cultivation. Fertilization with 300 kg ha<sup>-1</sup> with NPK 15:15:15 before sowing and spring dressing with 300 kg ha<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> was performed.

The herbicides were applied in tillering – beginning of spindling phenophase of the wheat (BBCH 29-31). The variants of the trial are shown in Table 1. The efficacy of the herbicides was recorded on the 14<sup>th</sup>, 28<sup>th</sup> and 56<sup>th</sup> day after application. The efficacy of the herbicides was evaluated by the visual scale of EWRS (European Weed Research Society). The level of phytotoxicity by the 9 score scale of EWRS was determined. At score 0 there are no damages on the crop, and at score 9 the crop is completely destroyed. The weed infestation was presented by *Gallium aparine* L., *Vicia* sp., *Agrostemma githago* L., *Papaver rhoeas* L., *Anthemis arvensis* L., *Consolida regalis* Gray and the volunteers Cleafield<sup>®</sup> *Brassica napus* L. and *Coriandrum sativum* L.

Table 1. Variants of the trial

Variants	Active substances	Rates ml (g) ha <sup>-1</sup>
1. Untreated control	-	-
2. RXR 49	metsulfuron-methyl + tribenuron-methyl + florasulam	35
3. RXR 49	metsulfuron-methyl + tribenuron-methyl + florasulam	45
4. SGE 27	metsulfuron-methyl + tribenuron-methyl + fluroxypyr	500
5. SGE 27	metsulfuron-methyl + tribenuron-methyl + fluroxypyr	750
6. R7U12	thifensulfuron-methyl + fluroxypyr	500
7. R7U12	thifensulfuron-methyl + fluroxypyr	750
8. Derby Super WG	300.5 g/kg aminopyralid + 150.2 g/kg florasulam	33
9. Secator OD	100 g/l amidosulfuron + 25 g/l iodosulfuron	120

## Results and discussion

According to Fetvadzieva et al. (1991) there is a large number of possibilities for chemical weed control. Khan et al. (2003) conducted a trial to investigate the effectiveness of different herbicides against broadleaf weeds. The different herbicides significantly influenced the weed density, the number of the broadleaf weeds per m<sup>2</sup> and the grain yield.

Table 2. Efficacy of the studied herbicides on the 14<sup>th</sup> day after treatments

Variants Weeds	2015									2016								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>G. aparine</i>	-	80	85	85	95	85	90	70	70	-	85	85	90	95	85	95	80	80
<i>Vicia</i> sp.	-	90	90	85	95	80	85	90	90	-	85	90	90	95	85	90	90	90
<i>A. githago</i>	-	90	90	85	90	70	75	90	90	-	85	90	90	90	75	80	90	95
<i>P. rhoeas</i>	-	90	90	85	90	70	80	75	70	-	85	90	85	90	70	75	75	75
<i>A. arvensis</i>	-	90	90	85	90	80	90	90	90	-	85	90	90	90	85	90	90	95
<i>C. regalis</i>	-	90	90	90	90	80	90	90	90	-	95	95	95	95	85	95	90	95
<i>B. napus</i>	-	0	0	0	0	20	40	0	0	-	0	0	0	0	25	40	0	0
<i>C. sativum</i>	-	60	75	80	90	30	45	40	45	-	65	80	85	95	35	50	50	55

The obtained results on the 14<sup>th</sup> day after the treatments in our study showed very good efficacy against *G. aparine*, *Vicia* sp., *A. githago*, *P. rhoeas*, *A. arvensis* and *C. regalis* for both years of investigation (Table 2). The obtained data are similar for the two experimental years. Lower, from 20 to 40% efficacy for both rates (500 or 750 ml ha<sup>-1</sup>) of R7 U12 was recorded in comparison with the other treatments. Very high resistance of the volunteer *B. napus* at all treatments was found. The efficacy of the studied herbicides against the volunteer *C. sativum* was also low, but at variant 5 the treatment with SGE 27 (750 ml ha<sup>-1</sup>) showed 90 to 95% efficacy against this weed. On the 28<sup>th</sup> day after the application increasing of the herbicide efficacy was observed (Table 3). There was a tendency for the efficacy which was repeated from the first evaluation date. That corresponds with results from our previous study where the efficacy of the evaluated herbicide products was identical on both dates of the evaluation (Mitkov et al, 2017). The obtained results were identical for the two years of the study.

Table 3. Efficacy of the studied herbicides on the 28<sup>th</sup> day after treatments

Variants	2015									2016								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Weeds																		
<i>G. aparine</i>	-	85	90	90	98	90	95	80	80	-	90	95	95	98	90	98	85	85
<i>Vicia</i> sp.	-	95	95	90	98	85	90	95	95	-	90	95	95	98	90	95	95	95
<i>A. githago</i>	-	95	95	90	95	80	85	95	98	-	90	98	95	98	85	90	95	98
<i>P. rhoeas</i>	-	95	95	90	95	80	85	80	75	-	90	95	90	95	75	80	80	80
<i>A. arvensis</i>	-	95	98	90	95	90	95	95	98	-	90	98	95	98	90	95	95	98
<i>C. regalis</i>	-	95	98	95	95	85	95	95	95	-	98	98	98	98	90	98	95	98
<i>B. napus</i>	-	0	0	0	0	25	45	0	0	-	0	0	0	0	30	45	0	0
<i>C. sativum</i>	-	65	80	85	95	40	55	50	55	-	70	85	90	98	40	55	55	60

On the 56<sup>th</sup> day after the herbicide application high efficacy against the weeds is obtained, from 85 to 100% (Table 4). The low efficacy against the volunteer *C. sativum* at variants 2, 6, 7, 8 and 9 was kept also on this evaluation date. The most resistant weed in the study was the volunteer Clearfield<sup>®</sup> *B. napus* L. For this weed the efficacy in variants 6 and 7 was unsatisfactory (from 25 to 45%). For the other treatments the effectiveness was 0%. Secondary weed infestation was not observed for any of the treatments. All studied herbicide substances did not cause any visual signs of phytotoxicity on the crop.

Table 4. Efficacy of the studied herbicides on the 56<sup>th</sup> day after treatments

Variants	2015								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
weeds									
<i>G. aparine</i>	-	90	95	98	100	95	98	85	85
<i>Vicia</i> sp.	-	100	100	95	100	90	95	100	98
<i>A. githago</i>	-	98	100	95	98	85	90	100	100
<i>P. rhoeas</i>	-	98	100	95	98	90	95	85	80
<i>A. arvensis</i>	-	100	100	100	100	95	100	100	100
<i>C. regalis</i>	-	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>B. napus</i>	-	0	0	0	0	25	45	0	0
<i>C. sativum</i>	-	70	85	90	98	45	60	55	60
Variants	2016								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
weeds									
<i>G. aparine</i>	-	95	98	100	100	95	100	90	90
<i>Vicia</i> sp.	-	95	100	98	100	95	98	100	98
<i>A. githago</i>	-	95	100	98	100	90	95	100	100
<i>P. rhoeas</i>	-	95	100	95	100	90	90	85	85
<i>A. arvensis</i>	-	95	100	100	100	95	100	100	100
<i>C. regalis</i>	-	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>B. napus</i>	-	0	0	0	0	30	45	0	0
<i>C. sativum</i>	-	75	90	95	100	50	65	60	65

The intensive weeding in wheat can decrease the crop yield up to 70% (Bekelle, 2004). The lowest grain yield was recorded for the untreated control when compared with the other variants. During the two years differences for all treated variants in comparison with the untreated control were proved (Table 5). Data analysis with Duncan's multiple range test (1955) showed that the highest grain yields were achieved after the treatments with RXR 49 and SGE 27 with both the application rates. The yields after the application of the herbicides R7U12, Derby Super WG and Secator OD were lower (Table 5).

Table 5. Winter wheat grain yield, t ha<sup>-1</sup>

Variants	Rates g (ml) ha <sup>-1</sup>	2015		2016		Average	
		Yield t ha <sup>-1</sup>	By Duncan	Yield t ha <sup>-1</sup>	By Duncan	Yield t ha <sup>-1</sup>	By Duncan
1. Untreated control	-	3.47	a	3.69	a	3.58	a
2. RXR 49	35	6.88*	c	7.21*	c	7.05*	c
3. RXR 49	45	6.96*	c	7.29*	c	7.13*	c
4. SGE 27	500	6.85*	c	7.25*	c	7.05*	c
5. SGE 27	750	6.93*	c	7.34*	c	7.14*	c
6. R7U12	500	5.97*	b	6.23*	b	6.10*	b
7. R7U12	750	6.03*	b	6.29*	b	6.16*	b
8. Derby Super WG	33	5.63*	b	5.91*	b	5.77*	b
9. Secator OD	120	5.75*	b	5.99*	b	5.87*	b

All variants with star (\*) do not have considerable difference with the untreated control. The numbers followed by different letters are with proved differences at p<0.05.

## Conclusions

The highest efficacy against *G. aparine* and *P. rhoeas* was observed for the herbicides RXR 49, SGE 27 and R7U12 independently of the application rate. The herbicide R7U12 overcomes insignificantly the other treatments for its efficacy against the *B. napus*. The herbicides RXR 49 and SGE 27 were more efficient in comparison with R7U12, Derby Super WG and Secator OD against the volunteer *C. sativum*. During the study visual signs of phytotoxicity were not recorded which indicates the high selectivity of the studied products. The lowest grain yield was recorded for the untreated control, and the highest grain yields are achieved after the treatments with RXR 49 and SGE 27.

## References

- Abbas H., Saleem M., Maqsood M., YaqubMujahid M., Ul-Hassan M., Saleem R. (2009). Weed density and grain yield of wheat as affected by spatial arrangements and weeding techniques under rain fed conditions of Pakistan. *Journal of Agricultural Science*, 46 (4): 354-359.
- Bekelle A. (2004). Assessment and management of weeds in wheat in Debark woreda, North Gonder. M.SC thesis, Haramaya-Ethiopia.
- Chopra K., Chopra N., Sinha S. (2008). Influence of new broadleaf herbicides on weed control, seed yield and quality of some wheat (*Triticum aestivum*) cultivars. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research. 78 (5): 405-407
- Cirujeda A., Taberner A., Bellvert J., Recasens J. (2007). Herbicide field trials on *Galium aparine* and *G. tricornutum* in winter cereal. La malherbología en los nuevos sistemas de producción agraria. XI Congreso SEMh, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete, Spain, 7-9 de Noviembre 2007 Madrid: Sociedad Española de Malherbología (Spanish Weed Science Society). 223-227
- Duncan D., (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11: 1-42.
- Fetvadzieva N., Zhelev A., Dechkov Z., Pavlov P., Dimov A., Spasov V., Topalov V., Kondarev R. (1991). *Herbology*. Publisher "Zemizdat" Sofia. (In Bulgarian).

- Ghulam A., Ali A., Abbas Z., Aslam M., Akram M. (2009). Impact of different herbicides on broadleaf weeds and yield of wheat. *Pakistan Journal of Weed Science Research* 15 (1) Peshawar: Weed Science Society of Pakistan, Department of Weed Science. pp.1-10
- Gul Hassan K., Ahmad G., HussainSha N. (2008). Individual and combined effect of different weed management practices on weed control in Wheat. *Pakistan Journal of Weed Science Research*. 14 (3-4): 131-139.
- Khan M., Hassan G., Khan N., Khan M. (2003). Efficacy of Different Herbicides for Controlling Broadleaf Weeds in Wheat. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2: 254-256.
- Mitkov A., Yanev M., Neshev N., Tonev T. (2017). Possibilities for chemical weed control at oilseed rape. International Conference of the University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest "Agriculture for Life, Life for Agriculture" June 8 - 10, 2017, Bucharest, Romania. *Scientific Papers. Series A. Agronomy, Volume LX*: 320-325.
- Inayat S. and Ahmad M. (2005). Bio-efficacy of different graminicides and their effect on the growth and yield of wheat crop, *International Journal of Agriculture & Biology*. 7 (6): 438-440.
- Soroka S. and Soroka L. (2003). Chemical weeding is also required in the autumn. *Belorusskoe Sel'skoe Khozyaistvo* (9) Minsk: Ministerstvo Sel'skogo Khozyaistva i Prodovol'stviya Minsk. 18-19.
- WangCang S., QianQian Z., Ren Hai W., Fei X., Chang'an M., Jun J., YaFang Q., ChuanTao L. (2016). Control effect of several herbicides and mixtures on broadleaf weeds in wheat field. *Journal of Henan Agricultural Sciences* 45 (5): 106-110.

## Mineral balances of nitrogen and phosphorus in cotton-durum wheat crop rotation depends on the fertilization system

Galia Panayotova<sup>1</sup>, Svetla Kostadinova<sup>2</sup>, Ivan Manolov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trakia University, Faculty of Agriculture, Studentski Grad, Stara Zagora, Bulgaria

<sup>2</sup>Faculty of Agronomy, Agricultural University – Plovdiv, 12 Mendeleev str., Plovdiv, Bulgaria (manolov\_ig@yahoo.com)

### Abstract

The mineral balances of nitrogen and phosphorus in cotton-durum wheat crop rotation were studied under the conditions of a long-term field fertilizer trial, carried out at the Field Crops Institute - Chirpan, Bulgaria. The cotton cultivar Darmi and durum wheat cultivar Predel were grown under non-irrigated conditions in double crop rotation. The studied fertilizing systems were as follows: 1. N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>, 2. N<sub>80</sub>, 3. N<sub>120</sub>, 4. N<sub>160</sub>, 5. P<sub>80</sub>, 6. P<sub>120</sub>, 7. N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>, 8. N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>, 9. N<sub>160</sub>P<sub>80</sub>, 10. N<sub>80</sub>P<sub>120</sub>, 11. N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>, 12. N<sub>160</sub>P<sub>120</sub>. It was found that application of single phosphorus fertilization in crop rotation in rates P<sub>80</sub> and P<sub>120</sub> was ineffective for both crops with the productivity similar to the unfertilized control. The annual removal of nitrogen with above ground biomass of two crops was 264 kg N, 94 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 177 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> on average. The nitrogen mineral balance in crop rotation was negative at all fertilizing systems. The nitrogen rates N<sub>120</sub> and N<sub>160</sub>, applied alone or combined with 80 and 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> led to the high negative balance of the element from -192 to -200 kg N ha<sup>-1</sup>. The phosphorus mineral balance was strongly negative from -74 to -96 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> at fertilization of crops with nitrogen only. The systematically fertilization of crop rotation with rates P<sub>80</sub>, P<sub>120</sub>, N<sub>80</sub>P<sub>120</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>, N<sub>160</sub>P<sub>120</sub> led to positive phosphorus balance, which was from 2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>) to 43.2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (P<sub>120</sub>).

**Key words:** mineral balances, cotton, wheat, fertilization

### Introduction

In sustainable crop production the mineral fertilizing is a common practice for crops yield stability (Fixen, 2009). A balance of mineral elements in available forms for plants affects plant productivity and it depends not only upon soil properties themselves, but also on weather conditions (Blaylock et al., 2005; Kuzmina, 1997). In conditions of water deficit P uptake is reduced to a much greater extent than uptake of other elements such as N and K. The important tool of sustainability is the optimization of crop nutrition and its efficiency, and maintaining of nutrient balances without a deficit (Ladha et al., 2005). Nitrogen, phosphorus and potassium balances during the period 1970-1995 under the conditions of Germany were showed that phosphorus and potassium surpluses in agriculture declined by 60 % since 1980, and the nitrogen surplus has decreased by 23 % since 1987 (Bach et al. (1998). Berry et al. (2003) summarized 88 N, P and K nutrient budgets for crop rotations in the UK and other temperate countries. All the nitrogen (N) budgets showed an N surplus (average 83.2 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>). The phosphorus (P) and potassium (K) budgets showed both surpluses and deficits (average 3.6 kg P ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, 14.2 kg K ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) with horticultural systems showing large surpluses resulting from purchased manure. In most studies on the long-term fertilizer experiments conducted in Bulgaria for different soil types, the applied fertilizers provide a deficient nitrogen and phosphorus balance except for the higher levels of fertilization (Gorbanov et al., 2000; Gorbanov et al., 1997; Ivanov et al., 1989). The aim

of the present study was to determine the mineral balance of the main nutrients in cotton-durum wheat crops rotation depended on fertilization systems.

### Material and methods

The experiment was conducted during the period 2011-2014 under the conditions of a long-term field fertilizer trial, carried out at the Field Crops Institute - Chirpan, Bulgaria. The cotton cultivar Darmi and durum wheat cultivar Predel were grown under non-irrigated conditions in double crop rotation. The studied fertilizing systems were as follows: 1.  $N_0P_0K_0$ , 2.  $N_{80}$ , 3.  $N_{120}$ , 4.  $N_{160}$ , 5.  $P_{80}$ , 6.  $P_{120}$ , 7.  $N_{80}P_{80}$ , 8.  $N_{120}P_{80}$ , 9.  $N_{160}P_{80}$ , 10.  $N_{80}P_{120}$ , 11.  $N_{120}P_{120}$ , 12.  $N_{160}P_{120}$ . The experimental design was a randomized complete block with four replications of 10 m<sup>2</sup> harvest plots. The nitrogen as  $NH_4NO_3$  and phosphorus as triple superphosphate were used. Nitrogen and phosphorus fertilization of cotton was done before sowing. Phosphorus was incorporated before sowing of durum wheat and 1/3 of nitrogen was applied pre-sowing, and 2/3 - at the beginning of spring vegetation. The soil in the field was *Pellic Vertisols* (FAO) with neutral soil reaction. It is characterized by high humidity capacity and small water-permeability, defined by the sand-clay composition. The test field had a bulk weight of the plough soil layer of 1.2 g m<sup>3</sup> and 2.45 specific gravity. The sorption capacity was 35-50 mequ per 100 g soil. The content of mineral nitrogen of soil was 19.63-44.34 mg Nmin/kg<sup>-1</sup>. Higher values were observed with nitrogen-phosphorus fertilization. The available phosphorus was in a range 3.3 mg  $P_2O_5$ /100 g soil (control) – 22.3 mg  $P_2O_5$ /100 g soil ( $P_{160}$ ). The soil was well supplied with mobile potassium - 20.1 mg  $K_2O$ /100 g soil. The content of NPK of aboveground plant parts was determined in maturity stage (Tomov et al., 2009). The mineral balances of nutrients (kg ha<sup>-1</sup>) in crops rotation were determined as the difference between the applied fertilizing element and the removal of nitrogen, phosphorus and potassium by aboveground dry biomass of plants. The data were statistically analyzed with the ANOVA procedure within the SPSS statistical program and Duncan's multiple range test at 0.05 probability level was used to find significant differences among means.

### Results and discussion

The average seed-cotton yield for treatments included in the experiment was 1748 kg ha<sup>-1</sup> (Table 1). There was positive effect of nitrogen and nitrogen-phosphorus fertilization on the productivity of cotton for the studied period in spite lacking of proved differences among treatments. The alone application of nitrogen increased the yield by 29-34.5% in comparison with control. The systematically nitrogen-phosphorus fertilization ( $N_{120}P_{80}$ ) was ensured the highest productivity of 2007 kg ha<sup>-1</sup> cotton or 41.3% higher yield compare to unfertilized plots.

The yields from treatments where only phosphorus was applied (80 or 120 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup>) were similar or lower than the control. Mineral fertilization positively influenced the yield of durum wheat (Kostadinova and Panayotova, 2002). The average productivity of cultivar Predel from treatments included in the experiment was 3305 kg ha<sup>-1</sup>. The yield of durum wheat due to natural soil fertility (without fertilization) was 2450 kg ha<sup>-1</sup>. The alone application of N, which is often applied in practice, showed increasing of yield up to 3698 kg ha<sup>-1</sup> on average at a rate  $N_{120}$  (50.9% higher than the control). The highest nitrogen rate ( $N_{160}$ ) decreased the yield by 13.5 % in comparison with treatment with a moderate nitrogen rate ( $N_{120}$ ). The effect of a single application of nitrogen ( $N_{80}$ ) was very good. The grain yield of this treatment was 905 kg ha<sup>-1</sup> higher than the yield of control or 36.9% increase (Table 1). The highest productivity of grain was found at nitrogen-phosphorus treatment  $N_{120}P_{120}$ . The differences with the control and treatments with single nitrogen ( $N_{80}$  and  $N_{160}$ )

and phosphorus (P80 and P120) fertilization were proved. The systematically fertilization with 80 and 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> was ineffective for the productivity of durum wheat similar to cotton yield. The results from single phosphorus fertilization P80 and P120 of wheat were similar to the obtained yields from control.

Table 1. Productivity of cotton and durum wheat for the period 2011-2014, kg ha<sup>-1</sup>

Fertilization	Cotton	% to N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	Durum wheat	% to N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1420 ns ± 263	100	2450 c ± 237	100
N <sub>80</sub>	1832 ± 517	129.0	3355 b ± 102	136.9
N <sub>120</sub>	1910 ± 405	134.5	3698 ab ± 194	150.9
N <sub>160</sub>	1880 ± 359	132.4	3366 b ± 221	137.4
P <sub>80</sub>	1441 ± 219	101.5	2498 c ± 247	101.9
P <sub>120</sub>	1377 ± 215	96.9	2514 c ± 209	102.6
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub>	1886 ± 458	132.8	3626 ab ± 49	148.0
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub>	2007 ± 354	141.3	3674 ab ± 167	150.0
N <sub>160</sub> P <sub>80</sub>	1874 ± 400	131.9	3499 ab ± 187	142.8
N <sub>80</sub> P <sub>120</sub>	1679 ± 256	118.2	3608 ab ± 145	147.3
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	1887 ± 281	132.9	3782 a ± 98	154.4
N <sub>160</sub> P <sub>120</sub>	1782 ± 363	125.5	3595 ab ± 143	146.7
<b>Average</b>	<b>1748</b>		<b>3305</b>	

The crop rotation cotton-durum wheat removed from the soil from 138 to 359 kg N ha<sup>-1</sup> (Table 2). The least amount of removed nitrogen was found from control and treatments with the alone phosphorus application. The highest amount of nitrogen was removed after fertilization of cotton and durum wheat with 160 kg N ha<sup>-1</sup>, applied alone or combined with 80 and 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>.

Table 2. Annual removal of nitrogen, phosphorus and potassium in cotton-durum wheat crops rotation for the period 2011-2014, kg ha<sup>-1</sup>

Fertilization	N kg ha <sup>-1</sup>	% to N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg ha <sup>-1</sup>	% to N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup>	% to N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	138 c ± 8	100	58 c ± 16	100	117 g ± 11	100
N <sub>80</sub>	237 b ± 23	172.0	74 bc ± 17	127.6	173 ef ± 2	147.9
N <sub>120</sub>	316 a ± 34	229.0	93 bc ± 22	161.5	205 bc ± 13	174.9
N <sub>160</sub>	358 a ± 29	259.7	96 bc ± 24	166.1	223 a ± 8	190.9
P <sub>80</sub>	143 c ± 9	103.4	67 bc ± 13	116.1	128 g ± 5	110.0
P <sub>120</sub>	142 c ± 3	102.7	77 bc ± 14	132.8	131 g ± 4	112.0
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub>	239 b ± 17	173.2	97 bc ± 14	166.7	164 f ± 11	140.2
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub>	316 a ± 27	229.0	108 ab ± 18	186.8	190 cde ± 1	162.1
N <sub>160</sub> P <sub>80</sub>	352 a ± 31	255.1	109 ab ± 20	187.4	200 bcd ± 8	169.8
N <sub>80</sub> P <sub>120</sub>	243 b ± 12	176.1	107 ab ± 22	183.9	183 de ± 12	156.7
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	320 a ± 35	231.6	119 a ± 24	204.6	215 ab ± 3	183.5
N <sub>160</sub> P <sub>120</sub>	359 a ± 34	259.9	117 a ± 16	202.3	196 bcd ± 13	167.2
<b>Average</b>	<b>264</b>		<b>94</b>		<b>177</b>	

The removal of phosphorus in the rotation varied within range from 58 (N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>) to 119 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>) for the period of the experiment (Table 2). There was a tendency for lower removal of phosphorus in treatments with alone application of the nutrient, because of low productivity of both crops. Higher amounts of removed phosphorus were found at systems with nitrogen-phosphorus fertilization - N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>, N<sub>160</sub>P<sub>80</sub>, N<sub>80</sub>P<sub>120</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> and N<sub>160</sub>P<sub>120</sub>. Above ground biomass of wheat and cotton removed from 83.9 to 104.6% more phosphorus than the control. Exclusion of potassium fertilization led to 117 - 223 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> removal. The removal of potassium was the least in control and treatments with alone application of phosphorus. The potassium removal grew with increase of the level of



nitrogen fertilization. The highest removal of potassium was found at a nitrogen level of 160 kg N ha<sup>-1</sup>.

The mineral balances of nitrogen and potassium in crop rotation cotton – durum wheat was negative at the all studied fertilizing systems (Table 3). The average values for these balances were -174 kg N ha<sup>-1</sup> for nitrogen and -177 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> for potassium. The nitrogen balance was -138 kg N ha<sup>-1</sup> at control. The application of nitrogen rates N<sub>120</sub> and N<sub>160</sub>, alone or in combination with phosphorus 80 and 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> led to high negative balance of nitrogen in range from -192 to -200 kg N ha<sup>-1</sup>.

Table 3. Mineral balances of nitrogen, phosphorus and potassium in cotton-durum wheat crops rotation average for 2011-2014, kg ha<sup>-1</sup>

Fertilization	± N kg ha <sup>-1</sup>	% to N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	± P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg ha <sup>-1</sup>	% to N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	± K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup>	% to N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	-138	100	-58	100	-117	100
N <sub>80</sub>	-157	114.0	-74	127.4	-173	147.9
N <sub>120</sub>	-196	142.0	-93	161.1	-205	174.9
N <sub>160</sub>	-198	143.7	-96	166.0	-223	190.9
P <sub>80</sub>	-143	103.4	13	-21.8	-128	109.7
P <sub>120</sub>	-142	102.7	43	-74.4	-131	112.0
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub>	-159	115.2	-17	28.4	-164	140.2
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub>	-196	142.0	-28	48.9	-190	162.1
N <sub>160</sub> P <sub>80</sub>	-192	139.1	-29	49.4	-200	169.8
N <sub>80</sub> P <sub>120</sub>	-163	118.1	13	-23.0	-183	156.7
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	-200	144.7	2	-2.6	-215	183.5
N <sub>160</sub> P <sub>120</sub>	-199	144.0	3	-4.6	-196	167.2
<b>Average</b>	<b>-174</b>		<b>-27</b>		<b>-177</b>	

In the treatments - N<sub>120</sub>, N<sub>160</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>, N<sub>160</sub>P<sub>120</sub>, the negative nitrogen balance increased with 40-45% compared to the control due to higher yields from these treatments. The mineral balance of phosphorus on average for studied fertilizing systems was negative -27 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. High negative phosphorus balance in range from -74 to -96 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> was obtain in results of all treatments with alone application of nitrogen (80, 120 and 160 kg N ha<sup>-1</sup>). The combine application of these N rates with 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> decreased the negative phosphorus balance to values in range from -16.5 to -28.4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Positive mineral phosphorus balance in crop rotation was found for five of studied fertilizing systems - P<sub>80</sub>, P<sub>120</sub>, N<sub>80</sub>P<sub>120</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>, N<sub>160</sub>P<sub>120</sub>. It was in range from 2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>) to 43.2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (P<sub>120</sub>) at these treatments. The exclusion of potassium from fertilizing system led to negative balance for this nutrient in crop rotation cotton-durum wheat. It was equal to removed potassium with crops. The results indicated that soil potassium reserves decreased annually between 117 and 215 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. The system fertilization of cotton and durum wheat with N<sub>120</sub>, N<sub>160</sub>, N<sub>160</sub>P<sub>80</sub> and N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> increased the negative potassium balance with more than 200 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> per year.

## Conclusions

The systematic fertilization with  $N_{120}P_{80}$  led to yield of 2007 kg ha<sup>-1</sup>. The highest grain yield from durum wheat was obtained after fertilization with  $N_{120}P_{120}$ . Application of single phosphorus fertilization in crop rotation in rates  $P_{80}$  and  $P_{120}$  was ineffective for both crops. The yields were similar to control. The annual removal of nitrogen with above ground biomass from crop rotation cotton-durum wheat was in average 264 kg N, 94 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 177 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. The nitrogen mineral balance in crop rotation was negative at all fertilizing systems. The nitrogen rates  $N_{120}$  and  $N_{160}$ , applied alone or combined with 80 and 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> led to high negative balance of the element from -192 to -200 kg N ha<sup>-1</sup>. The phosphorus mineral balance was strongly negative from -74 to -96 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> at fertilization of crops with nitrogen only. The systematic fertilization of crop rotation with rates  $P_{80}$ ,  $P_{120}$ ,  $N_{80}P_{120}$ ,  $N_{120}P_{120}$ ,  $N_{160}P_{120}$  led to positive phosphorus balance, which was from 2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ( $N_{120}P_{120}$ ) to 43.2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ( $P_{120}$ ).

## References

- Bach M., Frede H. (1998). Agricultural nitrogen, phosphorus and potassium balances in Germany - Methodology and trends 1970 to 1995. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, Vol. 161, Issue 4, 385-393.
- Berry P., Stockdale E., Sylvester Bradley R., Philipps L., Smith K., Lord E., Watson C., Fortune S., (2003). N, P and K budgets for crop rotations on nine organic farms in the UK. *Soil Use Manag.*, 19, 112-118.
- Blacklow W., Darbyshire B. and Pheloung P. (1984). Fructans polymerised in the internodes of winter wheat as grain filling progressed. *Plant Science Letters* 36: 213-218.
- Blaylock A.D., Kaufmann J. and Dowbenko R.D. (2005). Nitrogen fertilizer technologies. In: *Proceedings of the Western Nutrient Management Conference*, Salt Lake City, Utah, March 3-4, 2005. Vol. 6, pp. 8-13.
- Fixen P. (2009). Nutrient Use Efficiency in the Context of Sustainable Agriculture, In J. Espinosa and F. García (Eds.), *Nutrient Use Efficiency*, International Plant Nutrition Institute (IPNI), USA, 1-10.
- Gorbanov St., Manolov I., Kostadinova S. (1997). Mineral Balances and Nitrate Policies in Bulgaria, Chapter 8, In: "The Implementation on Nitrate Policies in Europe: Processes of Change in Environmental Policy and Agriculture", F. Brouwer & W. Kleinkanss (Eds.), Hague, Wissenschaffsverlang Vauk Kiel KG, 113-125.
- Gorbanov St., Manolov I., Kostadinova S. (2000). Balances of N, P and K of Agricultural Soils of Southern Bulgaria and Risk of Soils Contamination with Nitrates and Phosphates, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, Vol. 1, No 2, 132-138.
- Ivanov P., Gospodinov M., Djendova P. (1989). Modification of phosphorus regime of low-leached chernozem in long-term field experiments. *Soil Science and Agrochemistry*, 1, 3-9.
- Kostadinova S. and Panayotova G. (2002). Energetical efficiency of durum wheat fertilization. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, Vol 55, (8): 555-560.
- Ladha J.K., Pathak H., Krupnik T.J., Six J. and van Kessel C. (2005). Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. *Adv. Agron.* 87: 85-156.

## Reakcija novih hibrida uljane repice na količinu dušika u prihrani

Milan Pospišil<sup>1</sup>, Marina Brčić<sup>1</sup>, Ana Pospišil<sup>1</sup>, Jasminka Butorac<sup>1</sup>, Dubravka Škevin<sup>2</sup>, Klara Kraljić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska (mpospisil@agr.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

U cilju utvrđivanja reakcije novih hibrida uljane repice na povećanu količinu dušika u prihrani izračunatu na temelju analize tla provedena su dvogodišnja istraživanja na antropogeniziranom, eutrično smeđem tlu u Zagrebu. U pokuse je bilo uključeno sedam hibrida uljane repice i tri varijante prihrane dušikom koje uključuju zalihu mineralnog dušika u tlu. U 2013. godini najveći prinos sjemena i ulja ostvarili su hibridi PR44W29 i PR46W20, a u 2014. godini Hybrirock i PR44W29. S povećanjem količine dušika u prihrani (73 + 50 kg ha<sup>-1</sup> N), odnosno do ukupno 200 kg ha<sup>-1</sup> raspoloživog dušika u tlu, signifikantno se povećao prinos sjemena samo u 2013. godini.

**Ključne riječi:** uljana repica, hibrid, dušik, prinos sjemena, prinos ulja

### Uvod

Uljana repica je kultura koja zahtjeva intenzivnu agrotehniku i ima velike potrebe za svim hranivima, osobito za dušikom. Posljednjih desetljeća prisutno je povećanje prinosa uljane repice ne samo zbog stvaranja visoko prinostnih kultivara ili sofisticirane agrotehnike, nego i zbog viših inputa od kojih dušik ima ključnu ulogu (Dreccer i sur., 2000, Rathke i Schuster 2001., Barlog i Grzebisz, 2004.). U poljoprivrednoj proizvodnji u Europi uljana repica je jedna od kultura s najvećim viškovima dušika (Gäth, 1997.) što može dovesti do ispiranja nitrata (Di i Cameron, 2002.). Prilikom planiranja potrebne količine dušika za prihranu uljane repice treba svakako voditi računa o količini mineralnog dušika u tlu, tipu tla, stanju usjeva u proljeće i drugo, kako bi se osigurala rentabilna proizvodnja, ali i spriječilo onečišćenje okoliša. Zbog toga je cilj ovog rada bio utvrditi kako izračunate količine dušika u prihrani utječu na prinos sjemena i ulja novih hibrida uljane repice u agroekološkim uvjetima sjeverozapadne Hrvatske.

### Materijal i metode

Istraživanja su provedena kroz poljske pokuse postavljene na antropogeniziranom, eutrično smeđem tlu u Zagrebu, lokacija Maksimir, u 2013. i 2014. godini. U istraživanju je bilo sedam hibrida uljane repice (NK Aviator, NK Technics, Tores, Hybrirock, Tuxedo, PR44W29 i PR46W20) i tri varijante prihrane dušikom koje uključuju zalihu mineralnog dušika u tlu (N1 - bez prihrane, N2 - prihrana do 150 kg ha<sup>-1</sup> N u jednoj prihrani i N3 - prihrana do 200 kg ha<sup>-1</sup> N raspoređeno u dvije prihrane). Na varijanti N3 u prvoj prihrani je primjenjeno 60%, a u drugoj prihrani 40% od potrebne količine dušika (Tablica 1.).

Potrebna količina dušika za prihranu uljane repice za varijantu N2 izračunata je kao razlika potrebne količine dušika (150 kg ha<sup>-1</sup>) za planirani prinos sjemena od 3,0 t ha<sup>-1</sup> s pripadajućim prinosom biomase i sadržaja mineralnog dušika u tlu, a potrebna količina dušika za prihranu uljane repice za varijantu N3 izračunata je kao razlika potrebne količine

dušika ( $200 \text{ kg ha}^{-1}$ ) za planirani prinos sjemena od  $4,0 \text{ t ha}^{-1}$  s pripadajućim prinosom biomase i sadržaja mineralnog dušika u tlu (Landwirtschaftskammer Nordrhein - Westfalen, 2013.). Prva prihrana uljane repice obavljena je pri kretanju vegetacije (BBCH 30), a druga neposredno prije pupanja (BBCH 39). Za prihranu je korišten dušik u obliku KAN-a.

Tablica 1. Sadržaj mineralnog dušika u tlu neposredno prije prihrane uljane repice i varijante prihrane dušikom,  $\text{kg ha}^{-1}$

Godina	$N_{\min}$ ( $\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$ )	Prihrana dušikom			
		N1	N2	N3	
				Prva prihrana	Druga prihrana
2013.	77	0	73	73	50
2014.	60	0	90	90	50

Pokus je postavljen po split-blok shemi u pet ponavljanja. Površina osnovne parcele iznosila je  $7,8 \text{ m}^2$ . U pokusu je primjenjena intenzivna agrotehnika i zaštita usjeva. U obje godine istraživanja predusjev uljanoj repici bila je smjesa ozimog graška i pšenice. Osnovna gnojidba obavljena je s  $800 \text{ kg ha}^{-1}$  mineralnog gnojiva NPK 7:20:30. Sjetva uljane repice je obavljena 5. IX. 2012. i 4. IX. 2013. godine. Gustoća sjetve iznosila je 60 kljavih sjemenki  $\text{m}^2$ . Nakon vaganja, prinos sjemena preračunat je u  $\text{t ha}^{-1}$  na bazi 9% vlage + 2% nečistoća (Pospišil i Pospišil, 2013.). Udio ulja u sjemenu (na prosječnom uzorku iz pet ponavljanja) određen je u n-heksanskom ekstraktu (HRN EN ISO 659:2010) u laboratoriju za tehnologiju ulja i masti prehrambeno-biotehnoškog fakulteta u Zagrebu. Rezultati pokusa obrađeni su analizom varijance u statističkom programu DSAASTAT (Onofri, 2007.) za svaku godinu posebno. Statistički značajne razlike testirane su LSD testom.

## Rezultati i rasprava

U 2013. godini utvrđen je statistički značajan utjecaj hibrida, prihrane dušikom kao i njihove interakcije na prinos sjemena te značajan utjecaj hibrida i interakcije hibrida i prihrane dušikom na prinos ulja.

Tablica 2. Prinos sjemena, udio ulja i prinos ulja u ovisnosti o hibridu i prihrani dušikom u 2013. godini

Faktor	Prinos sjemena, $\text{t ha}^{-1}$	Udio ulja, % na s. t.	Prinos ulja, $\text{t ha}^{-1}$
<b>Hibrid</b>			
NK Aviator	3,61 c	44,31	1,42 b
NK Technics	3,63 c	43,75	1,41 b
Tores	3,89 bc	43,79	1,51 b
Hybrirock	3,93 bc	45,55	1,59 b
Tuxedo	3,73 c	43,77	1,46 b
PR44W29	4,45 a	47,11	1,86 a
PR46W20	4,20 ab	48,83	1,82 a
<b>Prihrana dušikom</b>			
N1 – bez prihrane	3,52 b	46,89	1,47
N2 – do $150 \text{ kg ha}^{-1}$ N u tlu	3,86 ab	44,47	1,53
N3 – do $200 \text{ kg ha}^{-1}$ N u tlu	4,38 a	44,54	1,74

U 2013. godini, bez obzira na prihranu, hibridi PR44W29 i PR46W20 ostvarili su značajno najveći prinos sjemena i prinos ulja po hektaru (Tablica 2.). Isti hibridi imali su i najveći udio ulja u sjemenu. Primjenom  $73 \text{ kg ha}^{-1}$  dušika u prihrani (N2) prinos sjemena se povećao s  $3,52 \text{ t ha}^{-1}$  (N1) na  $3,86 \text{ t ha}^{-1}$  tj. za 9,66 %. Daljnjim povećanjem količine dušika u prihrani,

tj. primjenom 50 kg ha<sup>-1</sup> dušika u drugoj prihrani prinos sjemena je značajno povećan u odnosu na varijantu bez prihrane (za 24,43%), ali ne i u odnosu na jednokratnu prihranu sa 73 kg ha<sup>-1</sup> dušika, odnosno do ukupno 150 kg ha<sup>-1</sup> dušika u tlu. Ovi rezultati su u skladu s rezultatima Mustapića (1982.) prema kojima utjecaj količine dušika u ishrani uljane repice ovisi o klimatskim uvjetima, plodnosti tla i sorti. Isti autor za uvjete sjeverozapadne Hrvatske preporučuje prihranu uljane repice sa 140 - 200 kg ha<sup>-1</sup> dušika, ovisno o sorti.

Prinos sjemena rastao je s povećanjem količine dušika u prihrani, odnosno do 200 kg ha<sup>-1</sup> dušika u tlu kod svih hibrida, posebice kod PR46W20 i PR44W29 (Tablica 3.).

Tablica 3. Prinos sjemena u ovisnosti o interakciji hibrida i prihrane dušikom u 2013. godini, t ha<sup>-1</sup>

Hibrid	Prihrana dušikom		
	N1 – bez prihrane	N2 – do 150 kg ha <sup>-1</sup> N u tlu	N3 – do 200 kg ha <sup>-1</sup> N u tlu
NK Aviator	2,80 h	3,96 cdef	4,08 cde
NK Technics	3,20 gh	3,69 defg	4,01 cde
Tores	3,49 efg	4,16 cd	4,01 cde
Hibrirock	3,64 defg	4,03 cde	4,11 cde
Tuxedo	3,51 defg	3,32 fgh	4,35 bc
PR44W29	4,05 cde	4,38 bc	4,91 ab
PR46W20	3,93 cdef	3,50 efg	5,17 a

Sukladno prinosu sjemena i prinos ulja po hektaru je rastao s povećanjem količine dušika u prihrani, odnosno raspoloživog dušika u tlu (Tablica 4).

Tablica 4. Prinos ulja u ovisnosti o interakciji hibrida i prihrane dušikom u 2013. godini, t ha<sup>-1</sup>

Hibrid	Prihrana dušikom		
	N1 – bez prihrane	N2 – do 150 kg ha <sup>-1</sup> N u tlu	N3 – do 200 kg ha <sup>-1</sup> N u tlu
NK Aviator	1,13 i	1,50 defg	1,64 cdef
NK Technics	1,32 ghi	1,46 efg	1,44 efg
Tores	1,43 efg	1,61 cdef	1,49 defg
Hibrirock	1,54 defg	1,68 cde	1,55 cdefg
Tuxedo	1,41 fgh	1,16 hi	1,82 bc
PR44W29	1,73 cd	1,81 bc	2,04 ab
PR46W20	1,74 cd	1,50 defg	2,23 a

Hibrid PR46W20 kod prihrane sa 123 kg ha<sup>-1</sup> dušika (N3 - 73 kg ha<sup>-1</sup> N u prvaj + 50 kg ha<sup>-1</sup> N u drugoj prihrani) imao je signifikantno veći prinos ulja u odnosu na druge hibride, izuzev PR44W29. Hibridi NK Technics, Tores i Hibrirock ostvarili su veći prinos ulja pri manjoj količini dušika u prihrani, odnosno do 150 kg ha<sup>-1</sup> raspoloživog dušika u tlu, u odnosu na 200 kg ha<sup>-1</sup> raspoloživog dušika u tlu, ali te razlike nisu bile statistički opravdane. Dok su hibridi Tuxedo i PR46W20 postigli nešto veće prinose ulja na varijanti bez prihrane, odnosno sa zalihom od 77 kg ha<sup>-1</sup> dušika u tlu, što je statistički istovjetno prihrani sa 73 kg ha<sup>-1</sup> dušika (N2).

U 2014. godini utvrđen je samo značajan utjecaj hibrida na prinos sjemena i prinos ulja, dok ostale razlike nisu bile statistički opravdane. U 2014. godini, značajno najveći prinos sjemena ostvario je hibrid Hibrirock (Tablica 5.). U istom rangu po prinosu sjemena slijede hibridi PR44W29, Tores i NK Aviator. Udio ulja u sjemenu kretao se od 44,50% (NK Aviator) do 48,18% (PR46W20). Signifikantno najveći prinos ulja po hektaru ostvarili su hibridi Hibrirock i PR44W29. Zatim, slijede hibridi Tores i NK Aviator sa statistički jednako vrijednim rezultatom.

Tablica 5. Prinos sjemena, udio ulja i prinos ulja u ovisnosti o hibridu i prihrani dušikom u 2014. godini

Faktor	Prinos sjemena, t ha <sup>-1</sup>	Udio ulja, % na s. t.	Prinos ulja, t ha <sup>-1</sup>
<b>Hibrid</b>			
NK Aviator	4,98 abc	44,50	1,97 abc
NK Technics	4,51 cd	44,71	1,79 c
Tores	5,00 abc	45,63	2,03 ab
Hybrirock	5,33 a	45,75	2,18 a
Tuxedo	4,56 bcd	45,95	1,86 bc
PR44W29	5,13 ab	46,12	2,10 a
PR46W20	4,34 d	48,18	1,86 bc
<b>Prihrana dušikom</b>			
N1 – bez prihrane	4,61	45,84	1,88
N2 – do 150 kg ha <sup>-1</sup> N u tlu	5,00	45,79	2,03
N3 – do 200 kg ha <sup>-1</sup> N u tlu	4,91	45,87	2,00

### Zaključak

Na osnovi rezultata istraživanja reakcije novih hibrida uljane repice na izračunate količine dušika u prihrani (73 i 125 kg ha<sup>-1</sup> N u 2013. i 90 i 140 kg ha<sup>-1</sup> N u 2014. godini) mogu se izvesti slijedeći zaključci:

U obje godine istraživanja hibridi su imali značajan utjecaj na prinos sjemena i prinos ulja po hektaru. U 2013. godini najveći prinos sjemena i ulja ostvarili su hibridi PR44W29 i PR46W20, a u 2014. godini Hybrirock i PR44W29.

S povećanjem količine dušika u prihrani (73 + 50 kg ha<sup>-1</sup> N), odnosno do ukupno 200 kg ha<sup>-1</sup> raspoloživog dušika u tlu signifikantno se povećao prinos sjemena samo u 2013. godini. Istraživani hibridi su različito reagirali na povećanje količine dušika u prihrani.

### Literatura

- Barlog P., Grzebisz W. (2004). Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). I. Growth dynamics and seed yield. *Journal of Agronomy and Crop Science* 190: 305-313.
- Di H. J., Cameron K. C. (2002). Nitrate leaching in temperate agroecosystems: sources, factors and mitigating strategies. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 64 (3): 237-256.
- Dreccer M. F., Schapendonk A. H. C. M., Slafer G. A., Rabbinge R. (2000). Comparative response of wheat and oilseed rape to nitrogen supply: absorption and utilization efficiency of radiation and nitrogen during the reproductive stages determining yield. *Plant and Soil* 220:189-205.
- Gäth S. (1997). Methoden der Nährstoffbilanzierung und ihre Anwendung als Agrar-umweltindikator. In: *Umweltverträgliche Pflanzenproduktion* (W Diepenbrock, ed), Zeller, Osnabrück, pp. 115-126.
- HRN EN ISO 659:2010 Uljarice - određivanje udjela ulja (Referentna metoda). Internacionalni standard, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, Hrvatska
- Landwirtschaftskammer Nordrhein - Westfalen (2013). Nmin-NRW, LUFA, www.nmin.de. Pristupljeno 15. srpnja 2012.
- Mustapić Z. (1982). Reakcija novih sorata uljane repice (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera*) na količine i oblik dušika. 59: 201-224.
- Onofri A. (2007). Routine statistical analyses of field experiments by using an Excel extension. *Proceedings 6th National Conference Italian Biometric Society: "La statistica nelle scienze della vita e dell'ambiente"*, Pisa, 20 - 22 June 2007, 93-96, <http://accounts.unipg.it/~onofri/DAASTAT/DAASTAT.htm>. Pristupljeno 2. studenog 2017.
- Pospišil A., Pospišil M. (2013). Ratarstvo - praktikum. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb
- Rathke G.-W., Schuster C. (2001). Yield and quality of winter oilseed rape related to nitrogen supply. *Developments in Plant and Soil Sciences* 92:798-799.

## **Response of new rapeseed hybrids to the nitrogen rate in topdressing**

### **Abstract**

Two years researches were carried out on anthropogenized, eutric cambisol in Zagreb with the aim to determine the response of new rapeseed hybrids to the increased nitrogen rates in topdressing which are calculated on the basis of soil analysis. The trials included seven rapeseed hybrids and three nitrogen rates applied in topdressing which included mineral nitrogen reserves in the soil. In 2013, the highest seed and oil yield were achieved by hybrids PR44W29 and PR46W20, and in 2014 by hybrids Hybrirock and PR44W29.

With the increase of nitrogen rate in topdressing ( $73 + 50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ ), i.e. the up to the total of  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  available nitrogen in the soil, seed yield significantly increased only in 2013.

**Key words:** rapeseed, hybrid, nitrogen, seed yield, oil yield

**Ribarstvo,  
lovstvo i  
pčelarstvo**

**06**

**Fisheries,  
Game Management  
and Beekeeping**





## The first registration of oilfish *Ruvettus pretiosus* (Cocco, 1833) in the waters of the Albanian coast of the Adriatic Sea; morphometry

Dritan Arapi<sup>1</sup>, Rigerta Sadikaj<sup>2</sup>, Vladimir Spaho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Flora and Fauna Research Center, University of Tirana, Tirana, Albania (d\_arapi@hotmail.com)

<sup>2</sup>Faculty of Natural Sciences, University of Tirana, Tirana, Albania

<sup>3</sup>Agricultural University, Tirana, Albania

### Abstract

In February 2017, it was recorded for the first time the presence of the fish “oilfish” (*Ruvettus pretiosus* Cocco, 1833) in the waters of the Albanian coast of the Adriatic Sea, near Karaburun peninsula. This alien fish was caught as by-catch during fishing with hooks (longline fishing) which is carried out for large pelagics. Its overall live weight was  $W=26.1$  kg while the values for some morphometric indicators were  $TL=173.5$  cm;  $FL=155$  cm,  $SL=146$  cm and  $cf=40.2$  cm. The caught specimen was donated to the Museum of Natural Sciences at the University of Tirana.

**Key words:** oilfish, morphometry, Adriatic Sea, Albania, alien species

### Introduction

Alien invasive species (IAS) are considered as a major threat to global diversity (Bax et al. 2003.). In the recent years, in the scientific literature have apparently increased the reports on the involvement of alien species, originating from temperate and tropical climate, in the ictic fauna of the Mediterranean basin. Alien or non-native fish have been introduced in the Mediterranean and Black Sea Basins through the Suez Canal, the Gibraltar Strait and the ballast water. The opening of Suez Canal, climate changes and the intensification of international shipping activities are factors that have favored an increase in the number of alien species. The number of alien species in the Mediterranean area has increased to 68.42% in the period 2002-2010. Out of these, 67 species have entered from the Atlantic Ocean through Gibraltar Strait, 86 species have entered from the Red Sea through the Suez Canal and four species originate from the Pacific Ocean (Oral, 2010.).

Lipej et al. (2009.) have reported that not long ago 13 rare or unknown or non-native fish species were identified on the Slovenian coast. According to their opinion, biotic globalization (meridionalization and bioinvasion) is among the main factors promoting the expansion of non-native species. Meridianization is a factor that only relates to temperature and causes changes in the distribution of icticidal species. They have been recorded displacements in some types of warm waters from the southern regions towards the northern regions. Bioinvasion is a process that is related to the intervention of several factors, among which the most important may be temperature, hydrological factors and the presence of unsaturated ecological niches. Some displacements of fish, that are known as “Lessesplan migrations”, are mainly caused by the increase of water temperature in the Mediterranean basin.

Global warming is considered as a major factor that favors the expansion of the diffusion areas especially for the tropical species (Pećarević et al., 2013.). The intensification of the tropical inflammation through Gibraltar Strait and Suez Canal has resulted as a result of the so-called “tropicalization” of the Mediterranean Sea. Scenarios proposed by the Intergovernmental Panel on Climate Change, which define a further heating, make the

Mediterranean tropicalization of the Mediterranean basin inevitable (Raitsos et al., 2010.). These authors point out that biodiversity changes in the Mediterranean Sea are developing at exceptional rates, characterized by the introduction of a kind for every week and a half.

In the last ten years, several studies have been carried out on the icticidal alien species that have been recorded on the eastern coast of the Adriatic Sea and the Ionian and Aegean seas. Corsini-Foka and Economidis, (2007.) have published a list containing 41 alloctone marine fish species, six of which were introduced by man for aquaculture purposes. Most of the species (79.4%) originated by Indo-Pacific Oceanic and Red Sea regions and had entered the Mediterranean through Suez Canal. The list published by Lipej et al. (2009.) consisted of 13 species of alloctone fish that were found on the Slovenian coast of the Adriatic Sea. Pećarević et.al (2013.) had found 22 species of alloctone fish in the Croatian coast of Adriatic. These authors have noted that the largest number of new species of fish has been found in the recent decades and that the abundance of species that were once rare in the Adriatic Sea has increased. This phenomenon has been particularly remarkable for thermophilous species, which originally appeared in the southern Adriatic and are now increasingly encountered in the northernmost regions of this sea.

There have been several publications reporting on the presence of alien species *Rufettus pretiosus* Cocco, 1829 (Perciformes: Gempylidae) in the waters of the Adriatic and Aegean seas (Kampouriset al. 2013.; Dulčić et al., 2014.). For the first time, the presence of this species on the Albanian shores of the Adriatic Sea was recorded in the second half of February 2017 near Vlora Bay (5-6 miles to the West of the Cape of Gjuze). In this paper we will present the results of the evaluation of some morphometric and meristic features, based on the data obtained from the analysis of sample of this species fished with hooks (long lines) from the motorboat "Pavaresia". This specimen was donated to the Museum of Science at the University of Tirana.

## Material and methods

The data was obtained from the analysis of specimen that was involved as by-catch during longline fishing carried out by the fishermen of the Albanian coast area for the catching of large pelagics. The fishing zone was located outside the Bay of Vlora, in the western direction, at a distance of 5-6 miles from the Cape of Gjuhe, which is the terminal part of Karaburun Peninsula. The analyzes were carried out on the refrigerated individual, 10-12 hours after the catching of the "oilfish".

To determine the species, they were used the keys of determination as well as the respective catalogs (Jones and Silas, 1961.; Nakamura and Parin, 1993.; Smith, 1997.).

The evaluation of morphometric indicators was performed using the main measurements shown in the type schemes for fishes under the Scombroidei suborder (Hajjejet al., 2013.; Tanoue et al., 2014.). The values resulting from the morphometric measurements were used to calculate the value of the ratio between each morphometric indicator (x) and the length up to bifurcation (F), ie  $x/FL$ , as well as the relative morphometric indices values, in % towards the total length ( $x*100/TL$ ). These values are used in the case of comparisons with the results of the other morphometric studies carried out with the species *R.pretiosus*.

## Results and discussion

Morphological features: *R.pretiosus* is known as a batipelagic with a big body (Figure 1). The body is semifused, pressed by the sides (the cross cut is almost oval). Based on our measurements, the length of the head was 25.9% of the length up to the fork length, whereas the greatest depth of the body was 20% of the length up to the bifurcation. The lower jaw

emerged slightly above the upper jaw (Figure 2), as long as the length of the first was about 1.0 cm (or 4.65%) larger rather than of the second one.



Figure 1. The “oilfish” fish caught in the Albanian Adriatic coast (coastal region of Vlora)



Figure 2 The head of *R. pretiosus*. The difference in the length of two jaws and the shape of the teeth is distinguished

The tips of both jaws were without dermal processes. The dorsal fin (D) consisted of two lobes. The frontal lobe was lower than the back one (Figure 3). The formula of the slits on the dorsal fin was D XIV, 16. There were two finlets behind the second lobe of the dorsal fin. For the other fins (pelvic, pectoral and anal) the formulas of the rays were: P 15; V I, 5 and A 16. It was distinguished the presence of two fins behind the anal fin



Figure 3. The shape of dorsal fins (D), anal fins (A) and caudal fin (C) as well as the presence of the finlets behind the dorsal and anal fins

Morphometric features: In Table 1 we have set the results for the determination of values for 13 morphometric characters and a main gravimetric feature, as it is the total live weight (Wkg) of the analyzed individual of *R. pretiosus*.

Table 1. Morphometric data for of oilfish (*Ruvettus pretiosus*) caught in Adriatic sea waters of Albania

<b>Morphometric data</b>	<b>Empirical value</b>
Total length (TL)	173.5 cm
Standard length (SL)	146 cm
Fork Length (FL)	155 cm
Head length (Cf)	40.2 cm
Greatest depth of body (H)	31 cm
Least depth of caudal peduncle (h)	7.2 cm
Orbit diameter (Or)	5.9 cm
Mandibular length (Man)	21.5 cm
Maxillary length (Max)	20.5 cm
Length of pectoral fin (P)	18 cm
Length of pelvic fin (V)	11.9 cm
Height of anal fin (A)	13.7 cm
Anterior height of second part of dorsal fin (D)	15.7 cm
Total live weight (W)	26.1 kg

Initially, we would like to point out that this paper is primarily intended to inform you about the first record of the alien ictic species *Ruvettus pretiosus* on the Albanian shores of the Adriatic Sea. The limitation of the analysis with only one specimen did not give us the chance to make allometric evaluations. On the other hand, this situation has made it impossible to apply biometry to compare our results with the results of the works of other authors involved in this direction of the study.

As we have pointed out, due to the only one analyzed individual, we cannot make biometric analysis to determine the significance of the changes for the same estimated attributes in individuals that were caught in different regions where this species was encountered. From a simple comparison it turns out that our figures that resulted from the morphometric calculation of indices are more alike with those that are published by Ben Amor et al. (2010.) for *R. pretiosus* caught on the Tunisian coast of the Mediterranean Sea as well as from Sureshkumar et al. (2013.) for individuals of this type populating the Indian shores of Indian Ocean. Meanwhile the figures published by Elbaarasi et al. (2007.) for individuals of *R. pretiosus* that were caught on the Mediterranean coast of Libya are all higher compared to the figures we have calculated.

Regarding a meristemic diagnostic feature, such as the number of strong and soft rays on the fin, the results of the four evaluations contain several variations that differ in particular the anal fin (A). There is a possibility that the source of these differences is the unequal interpretation of the criteria for distinguishing the two types of rays present in the swimming fins. Thus, in the publication performed by Elbaarasi et al. (2007.), for the individual fished in the Mediterranean coast of Libya, it is not specified the presence of fins behind the dorsal and anal fins, whereas Ben Amor et al. (2010.) not mentioned the presence of the finlets behind the anal fin for the individual caught at the Mediterranean coast of Tunisia.

## References

- Bax N., Williamson A., Agüero M., Gonzalez E., Geeves W. (2003). Marine invasive alien species: A threat to global biodiversity. *Mar. Policy* 27; 313–323.
- Ben Amor M.M., Ben Abdallah L.G., Ben Souissi J., Ben Salem M, Capape C. (2010). Occurrence of the oilfish *Ruvettus pretiosus* (Osteichthyes: Gempylidae) off southern Tunisian coast (Central Mediterranean). *Cah. Biol. Mar.* 51; 197-200.
- Corsini-Foka M., Economidis P.S. (2007). Allochthonous and vagrant ichthyofauna in Hellenic marine and estuarine waters. *Mediterranean Marine Science*, 8(1); 67–89.
- Dulčić J., Dragičević B., Pavičić M., Ikica Z., Joksimović A., Marković O. (2014). Additional records of non-indigenous, rare and less known fishes in the Eastern Adriatic. *Annales. Ser. Hist. Nat.* 24 (1); 17-22.
- Elbaraasi H., Elmariami M., Elmeghrabi M., Omar S. (2007). First record of oilfish, *Ruvettus pretiosus* (Actinopterygii, Gempylidae), off the coast of Benghazi, Libya (Southern Mediterranean). *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 37 (1); 67-69.
- Hajjej G., Hattour A., Hajjej A., Allaya H., Jarboui O., Bouain A. (2013). Morphological variation of little tuna *Euthynnus alletteratus* in Tunisian waters and Eastern Atlantic. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 8(1); 1-9.
- Jones S., Silas E.G. (1961). On fishes of the subfamily Scomberomorinae (family Scombridae) from Indian waters. *Indian Journal of Fisheries*, 8 (1); 189-206.
- Kampouris Th.E., Batjakas I., Nikolopoulou I. (2013). Occurrence of oilfish *Ruvettus pretiosus* Cocco, 1829 (Perciformes:Gempylidae) in Chalkidiki peninsula, North Aegean Sea, Greece. *Journal of Biological Research-Thessaloniki* 19; 165-167.
- Lipej L., Mavrič B., Orlando Bonaca M. (2009). Recent changes in the Adriatic fish fauna- Experiences from Slovenia. *Varstvo Narave* 22; 91-96.
- Nakamura I., Parin N.V. (1993). FAO Species Catalogue. Vol. 15. Snake mackerels and cutlassfishes of the world (families Gempylidae and Trichiuridae). An annotated and illustrated catalogue of the snake mackerels, snoeks, escolars, gemfishes, sackfishes, domine, oilfish, cutlassfishes, scabbardfishes, hairtails, and frostfishes known to date. *FAO Fish. Synop.* 125(15); 1-136.
- Oral M. (2010). Alien fish species in the Mediterranean – Black Sea Basin. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* Vol. 16(1); 87-132.
- Pećarević M., Mikuš J., Bratoš Cetnić A., Dulčić J., Čalić M. (2013). Introduced marine species in Croatian waters (Eastern Adriatic Sea). *Mediterranean Marine Science* 14 (1); 224-237.
- Raitsos D., Beaugrand B., Georgopoulos D., Zenetos A., Pancucci-Papadopoulou A., Theocharis A., Papathanassiou E. (2010). Global climate change amplifies the entry of tropical species into the Eastern Mediterranean Sea. *Limnol. Oceanogr.*, 55(4); 1478–1484.
- Smith C.L. (1997). National Audubon Society field guide to tropical marine fishes of the Caribbean, the Gulf of Mexico, Florida, the Bahamas, and Bermuda. Alfred A. Knopf, Inc., New York. 720 p.
- Sureshkumar K., Kannan K., Ranjith L., Sivadas M., Madan M.S. (2013). Large sized oilfish *Ruvettus pretiosus* (Cocco, 1833) ever recorded from Gulf of Mannar, south-east coast of India. *Marine Fisheries Information Service T&E Ser.*, No. 215.
- Tanoue H., Sato Sh., Kamano T., Shimojo M., Fukami K., Enoshima T., Simooka N., Goto H., Fukida H., Mohri M. (2014). Morphometry and the determination of the discriminant for distinguishing the three scombrid fish species at the juveniles stage. *Journal of National Fisheries University* 63(1); 49-55.

## Biometrijska obilježja kljunčice, *Capros aper* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

Tatjana Dobroslavčić<sup>1</sup>, Frana Bašica<sup>1</sup>, Matea Martinović<sup>2</sup>, Jadranka Sulić Šprem<sup>2</sup>, Vlasta Bartulović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Dubrovniku, Odjel za akvakulturu, Ćira Carića 4, Dubrovnik, Hrvatska (tatjana.dobroslavic@unidu.hr)

<sup>2</sup>Prirodoslovni muzej Dubrovnik, Androvićeva 1, Dubrovnik, Hrvatska

### Sažetak

Za potrebe analize biometrijskih obilježja kljunčice, *Capros aper* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana analizirano je ukupno 350 jedinki. Uzorak se sastojao od 220 ženki i 130 mužjaka. Omjer ženki i mužjaka (1 : 0,59) statistički se značajno razlikovao od očekivanog 1 : 1 ( $\chi^2 = 23,142$ ;  $p = 0,00$ ). Ukupna duljina tijela ženki bila je u rasponu od 4,95 do 14,22 cm ( $7,08 \pm 1,09$  cm), a mužjaka od 5,09 do 9,32 cm ( $6,66 \pm 0,75$  cm). Ukupno je analizirano 17 morfometrijskih i 6 merističkih osobina kako bi se utvrdile tjelesne osobitosti populacije. Spolni dimorfizam zabilježen kod dva morfometrijska odnosa; odnosa duljine prsnih peraja i standardne duljine tijela ( $Lp/Ls$ ) i kod odnosa najmanje i najveće visine tijela ( $Tpc/T$ ). Analizama merističkih obilježja nisu utvrđene statistički značajne razlike između spolova. Ovo istraživanje daje prvi detaljniji opis biometrijskih obilježja ove vrste.

**Ključne riječi:** kljunčica, *Capros aper*, morfometrija, meristika, južni Jadran

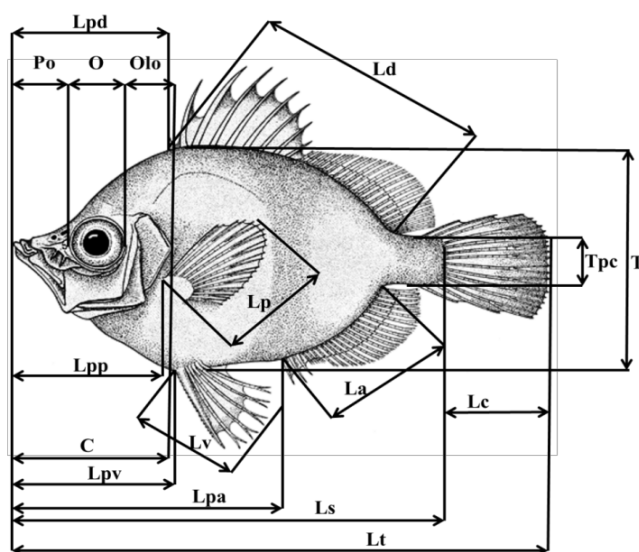
### Uvod

Kljunčica, *Capros aper* (Linnaeus, 1758.), jedina je vrsta porodice Caproidae koja živi u Jadranu. Pridnena je vrsta koja obitava neposredno iznad pjeskovitog i pjeskovito-muljevito dna, u Jadranu na dubinama od 15 do 350 m (Jardas, 1996.). Prehrana ove vrste bazira se uglavnom na kopepodima i mizidima (Jardas, 1996; Murat i sur., 2013.) U Jadranu naraste do 16 cm, najčešće u rasponu od 5 do 12 cm (Jardas, 1996.). Najveća zabilježena ukupna duljina tijela iznosila je 30 cm (Hüssy i sur., 2012.). Dugoživuća je vrsta koja može doseći starost i do preko 30 godina (Hüssy i sur., 2012.). Ovisno o području u kojem obitava spolno sazrijeva tijekom prve godine života (Egejsko more) pri ukupnim duljinama tijela od 6,69 cm (Yapici i Filliz, 2014.) te tijekom treće godine života (sjeveroistočni Atlantik) pri ukupnoj duljini od 9,7 cm (Hüssy i sur., 2012.). Kod ove vrste zabilježen je spolni dimorfizam, u prosjeku ženke su veće od mužjaka (Kaya i sur., 1996.). Lovi se pridnenom povlačnom mrežom i u Jadranu nema gospodarsku važnost te se svrstava u ribarski prilov. Zbog njene velike brojnost pri ulovima u drugim dijelovima Mediterana i Atlantskom oceanu koristi se u proizvodnji ribljeg brašna i ulja. Važnu ulogu ima u hranidbenim lancima jer je sastavni dio želudaca kod mnogih predatorskih vrsta riba (Granadeiro i sur., 2002.; Lopes i sur., 2006.). Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi postojanje spolnog dimorfizma, biometrijskom analizom tjelesnih osobitosti mužjaka i ženki.

### Materijal i metode

Uzorkovanje kljunčice izvršeno je tijekom 2011. g. u južnom Jadranu na dubinama od 300 do 400 m. Uzorci su prikupljeni pridnenom povlačnom mrežom - kočom uz pomoć lokalnih ribara. Mreža se sastojala od krila, grla i vreće, ukupne duljine od 45 m s promjerom oka mrežnog tega od 24 mm i promjerom oka krila od 60 mm. Nakon ulova, jedinke su stavljane

na led i u hladnjacima su transportirane u laboratorij Sveučilišta u Dubrovniku na daljnju obradu. Za biometrijsku analizu populacije kljunčice nasumično je uzet uzorak od 350 jedinki. Ukupno je analizirano 17 morfometrijskih (Slika 1) i 6 merističkih obilježja kako bi se utvrdile tjelesne osobitosti populacije.



Slika 1. Shematski prikaz kljunčice, *Capros aper*, s označenim mjerenim veličinama tijela: ukupna duljina ( $L_t$ ), standardna duljina ( $L_s$ ), duljina glave ( $C$ ), duljina osnovice leđne peraje ( $L_d$ ), duljina prsnih peraja ( $L_p$ ), duljina osnovice podrepne peraje ( $L_a$ ), duljina trbušne peraje ( $L_v$ ), duljina repne peraje ( $L_c$ ), predleđna udaljenost ( $L_{pd}$ ), pretpodrepana udaljenost ( $L_{pa}$ ), pretprsna udaljenost ( $L_{pp}$ ), predtrbušna udaljenost ( $L_{pv}$ ), najveća visina tijela ( $T$ ), najmanja visina tijela ( $T_{pc}$ ), promjer oka ( $O$ ), širina međuočnog prostora ( $Io$ ), predočna udaljenost ( $Po$ ) i zaočna udaljenost ( $Olo$ ) (izvor fotografije: <http://www.fishsource.org/>)

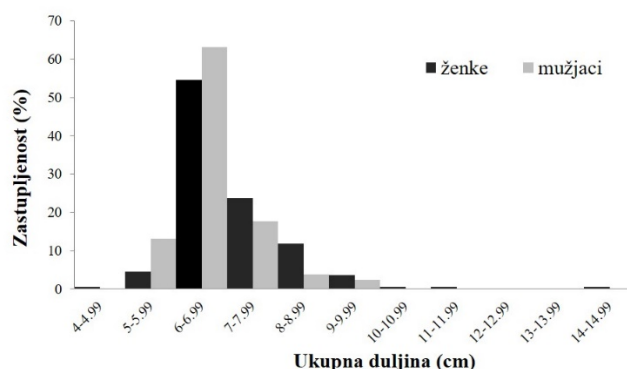
Izračunato je ukupno 13 odnosa u usporedbi sa standardnom duljinom tijela, 4 odnosa u usporedbi s duljinom glave te odnos najmanje i najveće visine tijela. Mjerenje je obavljeno ihtiomrom s točnošću od 0,1 mm. Spol jedinki određivan je temeljem vanjskog izgleda gonada. Od merističkih osobina su analizirani: broj nečlankovitih i člankovitih šipčica leđne peraje ( $D$ ), broj nečlankovitih i člankovitih šipčica podrepne peraje ( $A$ ), broj člankovitih šipčica prsnih peraja ( $P$ ), broj nečlankovitih i člankovitih šipčica trbušnih peraja ( $V$ ), broj člankovitih šipčica repne peraje ( $C$ ), broj kralježaka ( $Vert$ ) – trupnih i repnih te broj škržnih nastavaka (branchiospina) ( $Brsp.$ ) prvog škržnog luka. Od varijacijsko-statističkih metoda pri obradi brojčanih podataka upotrebljavale su se mjere standardne devijacije, aritmetičke sredine i varijabilnosti. Za utvrđivanje značajnih razlika između dvije aritmetičke sredine upotrebljavane su vrijednosti  $t$  testa, a postavljena statistička značajnost iznosila je  $p = 0,05$ . Omjer spolova izračunavao se uz pomoć Hi-kvadrat testa ( $\chi^2$ ).

## Rezultati i rasprava

Analizirani uzorak od 350 jedinki sastojao se od 220 ženki i 130 mužjaka. Omjer ženki i mužjaka (1 : 0,59) statistički se značajno razlikovao od očekivanog 1 : 1 ( $\chi^2 = 23,142$ ;  $p = 0,00$ ). Ukupna duljina tijela ženki bila je u rasponu od 4,95 do 14,22 cm s prosječnom duljinom od  $7,08 \pm 1,09$  cm, a mužjaka od 5,09 do 9,32 cm s prosječnom duljinom od  $6,66 \pm 0,75$  cm. Broj mužjaka u populaciji bio je manji od broja ženki u većim duljinskim razredima (Grafikon 1). Hüseyi i sur. (2012) ustanovili su da diferencijacija u raspodjeli veličina u populaciji kljunčice na području sjeveroistočnog Atlantika počinje nakon



postizanja prve spolne zrelosti ( $L_{50} = 9,7$  cm) nakon koje se u populaciji značajno smanjuje broj mužjaka, a nakon ukupne duljine od 15 cm u populaciji su bile prisutne samo ženke.



Grafikon 1. Zastupljenost ukupnih duljina tijela ženka (N = 220) i mužjaka (N = 130) kljunčice, *Capros aper* na području južnog Jadrana

Analizom morfometrijskih obilježja utvrđena je statistički značajna razlika između spolova kod dva odnosa; odnosa duljine prsnih peraja i standardne duljine tijela ( $t = 2,16$ ;  $p = 0,032$ ) i kod odnosa najmanje i najveće visine tijela ( $t = 2,45$ ;  $p = 0,015$ ). Vrijednosti koeficijenta varijabilnosti kretale su se u relativno velikom rasponu od 2,49 (Ls/Lt) do 21,79 % (Olo/C) (Tablica 1).

Tablica 1. Odnosi morfometrijskih obilježja za ženke (N = 220) i mužjake (N = 130) kljunčice, *Capros aper* na području južnog Jadrana; SD = standardna devijacija; V = koeficijent varijabilnosti

Odnos	Spol	Raspon (%)	$\bar{X} \pm SD$ (cm)	t	V(%)
Ls/Lt	ž	73,75 – 92,51	79,58 ± 2,32	1,71	2,91
	m	73,82 – 84,48	79,18 ± 1,97		2,49
C/Ls	ž	32,62 – 44,09	38,52 ± 1,93	0,69	5,02
	m	33,61 – 45,55	38,67 ± 1,91		4,94
Ld/Ls	ž	40,02 – 57,11	50,01 ± 2,27	0,13	4,55
	m	43,05 – 55,93	50,05 ± 2,44		4,88
La/Ls	ž	24,46 – 34,28	29,76 ± 1,74	1,87	5,86
	m	25,00 – 34,50	30,12 ± 1,72		5,73
Lp/Ls	ž	15,60 – 25,88	21,41 ± 1,84	2,16*	8,76
	m	14,82 – 26,89	20,97 ± 1,81		8,65
Lv/Ls	ž	17,90 – 30,37	23,67 ± 2,00	0,04	8,47
	m	17,87 – 29,31	23,68 ± 2,09		8,83
Lc/Ls	ž	19,65 – 36,53	30,08 ± 3,20	0,74	10,64
	m	21,65 – 38,07	30,35 ± 3,27		10,78
Lpd/Ls	ž	36,68 – 54,86	42,58 ± 2,79	1,51	6,57
	m	37,07 – 50,48	43,02 ± 2,53		5,88
Lpa/Ls	ž	44,24 – 73,66	58,93 ± 5,05	0,80	5,87
	m	49,07 – 75,85	59,39 ± 5,24		8,82
Lpp/Ls	ž	37,39 – 47,54	41,88 ± 1,92	0,18	4,59
	m	37,17 – 48,69	41,84 ± 2,13		5,09
Lpv/Ls	ž	39,38 – 55,90	47,77 ± 2,66	0,91	5,58
	m	35,87 – 56,76	48,06 ± 3,09		6,43
T/Ls	ž	46,06 – 61,86	52,48 ± 2,85	1,29	5,43
	m	44,86 – 60,12	52,89 ± 2,93		5,54
Tpc/Ls	ž	6,93 – 11,74	9,87 ± 0,81	1,94	8,20

O/C	m	7,43 – 11,58	9,70 ± 0,80	0,24	8,27
	ž	30,15 – 50,86	41,73 ± 3,89		9,33
Io/C	m	31,00 – 50,00	41,83 ± 3,65	0,31	8,73
	ž	17,26 – 35,98	25,44 ± 2,80		11,01
Po/C	m	16,60 – 32,65	25,35 ± 2,73	1,09	10,78
	ž	30,91 – 44,85	36,23 ± 2,73		7,55
Olo/C	m	30,55 – 42,13	35,89 ± 2,79	0,73	7,79
	ž	12,60 – 28,50	19,35 ± 4,21		21,79
Tpc/T	m	12,50 – 29,85	19,02 ± 4,11	2,45*	21,63
	ž	14,63 – 23,14	18,85 ± 1,70		9,03
	m	15,08 – 22,79	18,39 ± 1,73		9,44

\* statistički značajna razlika ( $t \geq 1,96$ ;  $p \leq 0,05$ )

U Tablici 2 prikazana su meristička obilježja za populaciju kljunčice u južnom Jadranu. Statistički značajna razlike između spolova nije pronađena.

Tablica 2. Meristička obilježja za ženke (N = 220) i mužjake (N = 130) kljunčice, *Capros aper* na području južnog Jadrana; SD = standardna devijacija; V = koeficijent varijabilnosti

Meristička osobina	Spol	Raspon (%)	$\bar{X} \pm SD$	t	V (%)
Broj šipčica leđne peraje	ž	IX 20 – 23	21,67 ± 0,98	0,13	4,53
	m	IX 20 – 23	21,65 ± 0,99		4,55
Broj šipčica podrepne peraje	ž	III 20 – 23	21,70 ± 0,77	1,07	3,57
	m	III 20 – 23	21,60 ± 0,94		4,34
Broj šipčica prsnih peraja	ž	14	14 ± 0	0	0
	m	14	14 ± 0		0
Broj šipčica trbušne peraje	ž	I 5	6,00 ± 0	0	0
	m	I 5	6,00 ± 0		0
Broj šipčica repne peraje	ž	14 – 16	14,73 ± 0,83	0,80	5,61
	m	14 – 16	14,65 ± 0,83		5,68
Broj trupnih kralježaka	ž	8 – 10	8,77 ± 0,68	0,05	7,77
	m	8 – 10	8,76 ± 0,71		8,09
Broj repnih kralježaka	ž	10 – 12	10,93 ± 0,83	0,28	7,64
	m	10 – 12	10,95 ± 0,84		7,70
Broj škržnih nastavaka	ž	7 – 11	8,85 ± 1,27	0,05	14,31
	m	7 – 11	8,84 ± 1,33		15,09

Dobiveni rezultati uspoređeni su s dostupnim podacima o merističkim obilježjima ove vrste u Jadranu. Zabilježen je jednaki broj nečlankovitih i člankovitih šipčica trbušnih peraja (V: I + 5) i člankovitih šipčica prsnih peraja (P:14) (Tablica 3).

Tablica 3. Usporedba merističkih obilježja kljunčice, *Capros aper* s prethodnim istraživanjem u Jadranu

Autori	Jardas (1996)	ovo istraživanje
Broj nečlankovitih i člankovitih šipčica leđne peraje	IX + 22 - 23	IX + 20 - 23
Broj nečlankovitih i člankovitih šipčica podrepne peraje	III + 22 - 23	III + 20 23
Broj člankovitih šipčica prsnih peraja	14	14
broj nečlankovitih i člankovitih šipčica trbušnih peraja	I + 5	I + 5

Analizama vanjskog izgleda kljunčice u istraživanju Lopes i sur. (2006) na jedinkama ukupnih duljina tijela do 9 cm utvrđena su dva različita morfotipa koja se očituju u morfometrijskim pokazateljima; veličini oka i najvećoj visini tijela u odnosu na ukupnu duljinu tijela koji u ovom istraživanju nisu utvrđeni.

### Zaključak

Analizama biometrijskih karakteristika obilježja kljunčice utvrđene su statistički značajne razlike između spolova kod ukupno dva morfometrijska odnosa; odnos duljine prsnih peraja i standardne duljine tijela te kod odnosa najmanje i najveće visine tijela. Analizama merističkih osobina kljunčice na području južnog Jadrana utvrđeno je da nema razlike među spolovima.

### Literatura

- Granadeiro J. P., Monteiro L. R., Silva M.C., Furness R.W. (2002). Diet of common terns in the Azores, Northeast Atlantic. *International Journal of Waterbird Biology*, 25: 149–155.
- Hüssy K., Coad J.O., Farrell E.D., Clausen L.W., Clarke M.W. (2012). Sexual dimorphism in size, age, maturation, and growth characteristics of boarfish (*Capros aper*) in the Northeast Atlantic. *Journal of Marine Science*, 69 (10): 1729–1735.
- Jardas I. (1996). Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb, 234 p.
- Kaya M., Ozydin O. (1996). A preliminary investigation on the biology of *Capros aper* (L., 1758) (Pisces: Caproidae). *Turkish Journal of Zoology*, 20: 51–55.
- Lopes M., Murta A., Cabral H. (2006). Discrimination of snipefish *Macroramphosus* species and boarfish *Capros aper* morphotypes through multivariate analysis of body shape. *Helgoland Marine Research*. 60: 18–24.
- Murat T., Bayhan B., Filiz H., Taskavah E., Bilge G. (2013). Diet composition of the five deep sea fish from the Aegean sea. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 30(2): 61-67.
- Yapici S., Filliz H. (2014). Estimation of Age, Growth and Reproduction of Boarfish, *Capros aper*, in the South Aegean Sea. *Zoological society of Pakistan*, 46 (4): 1061-1068.
- Fishsource - <http://www.fishsource.org/>

## Biometry analysis of the boarfish, *Capros aper* (Linnaeus, 1758) from the southern Adriatic

### Abstract

A sample of total 350 specimens of the boardfish, *Capros aper* (Linnaeus, 1758), from the southern Adriatic was biometrically analysed. The sample consisted of 220 females and 130 males. Overall female to male ratio was 1:0.59 and the chi-square analysis showed it to be statistically different ( $\chi^2 = 23.142$ ,  $p = 0.00$ ). Total length of females ranged from 4.95 to 14.22 cm ( $7.08 \pm 1.09$  cm) and males from 5.09 to 9.32 cm ( $6.66 \pm 0.75$  cm). Seventeen morphometric and six meristic characters were analysed. Sexual dimorphism was observed in two morphometric measurements; relationship between length of pectoral fins and standard body length ( $Lp/Ls$ ) and between minimum and maximum body height ( $Tpc/T$ ). There were no differences in meristic characters between sexes. This research gives the first detailed description of the biometric characteristics of this species.

**Key words:** boardfish, *Capros aper*, morfometric, meristic, southern Adriatic

## Procjena kvalitete uniflornih vrsta meda s područja Republike Hrvatske u razdoblju od 2015. do 2016.

Željko Hrg Matušin

Hrvatska poljoprivredna agencija, Poljana Križevačka 185, Križevci, Hrvatska  
(zhmatusin@hpa.hr)

### Sažetak

U ovom radu prikazani su rezultati ukupno 167 uzoraka meda ispitanih u Odjelu za kontrolu kvalitete meda s raznih područja Republike Hrvatske u razdoblju od 2015. do 2016. godine. Na osnovu fizikalno-kemijskih analiza, melisopalinološke i senzorske analize svrstani su u 11 skupina uniflornog meda. Određeni su osnovni fizikalno-kemijski pokazatelji: maseni udio vode, električna provodnost, udio hidroksimetilfurfurala i aktivnost dijastaze. Nakon provedenog istraživanja utvrđeno je da 98% ispitanih uzoraka odgovara granicama prihvatljivosti propisanih Hrvatskom legislativom.

**Ključne riječi:** med, udio vode, električna provodnost, hidroksimetilfurfural, dijastaza

### Uvod

Med jest sladak, gust, viskozni, tekući ili kristaliziran proizvod što ga medonosne pčele (*Apis mellifera*) proizvode od nektara medonosnih biljaka ili sekreta živih dijelova biljaka ili izlučevina kukaca koji sišu na živim dijelovima biljaka, koje pčele skupljaju, dodaju mu vlastite specifične tvari, izdvajaju vodu i odlažu u stanice saća do sazrijevanja (Pravilnik o medu, 2017.). U prošlosti je med bio jedino sladilo koje su ljudi poznavali. Razvojem poljoprivrede, prije svega uzgoja šećerne trske i šećerne repe, med gubi na značaju kao namirnica u ljudskoj prehrani, no ne zadugo jer konzumni šećer ne može zamijeniti sve prednosti meda. Med se ne koristi samo kao namirnica, nego i kao ljekovito, kozmetičko i konzervirajuće sredstvo. Prema podrijetlu med se dijeli na dvije osnovne vrste: nektarni i medljikovac. Obzirom na pašu nektarni med može biti unifloran u kojem prevladava nektar jedne biljne vrste i multifloran koji je nastao od nektara različitih biljnih vrsta. Prema podrijetlu medljikovac najčešće potječe od crnogoričnih i bjelogoričnih biljnih vrsta. U odnosu na nektarni med, medljikovac ima veću obojanost te sadrži više mineralnih tvari (Kezić i sur., 2014.). U kemijskom pogledu med predstavlja izvanredno složenu smjesu više od 70 različitih komponenata. Neke od njih u med dodaju pčele, neke vode podrijetlo od medonosne biljke, a neke nastaju tijekom zrenja meda u saću. Unatoč razvoju različitih analitičkih metoda sastav meda do danas nije u potpunosti razjašnjen što onemogućuje industrijsku proizvodnju, otežava patvorenje meda te tako on zadržava svojstva prirodne namirnice, proizvedene isključivo od strane pčela. Možda najvažnije svojstvo kojim se može opisati kemijski sastav meda je varijabilnost i praktički ne postoje dva uzorka meda koja su u potpunosti identična. Najzastupljeniji sastojci su ugljikohidrati, i to većinom fruktoza i glukoza, te voda koji zajedno čine više od 99% meda. Ostatak čine proteini (uključujući enzime), mineralne tvari, vitamini, organske kiseline, fenolni spojevi, tvari arome (hlapljivi spojevi) i razni derivati klorofila. Različite vrste meda, kao i medovi unutar pojedine vrste razlikuju se po svom sastavu u ovisnosti o biljnom i zemljopisnom podrijetlu, klimatskim uvjetima, pasmini pčela te sposobnostima samog pčelara (način dorade i skladištenje meda).

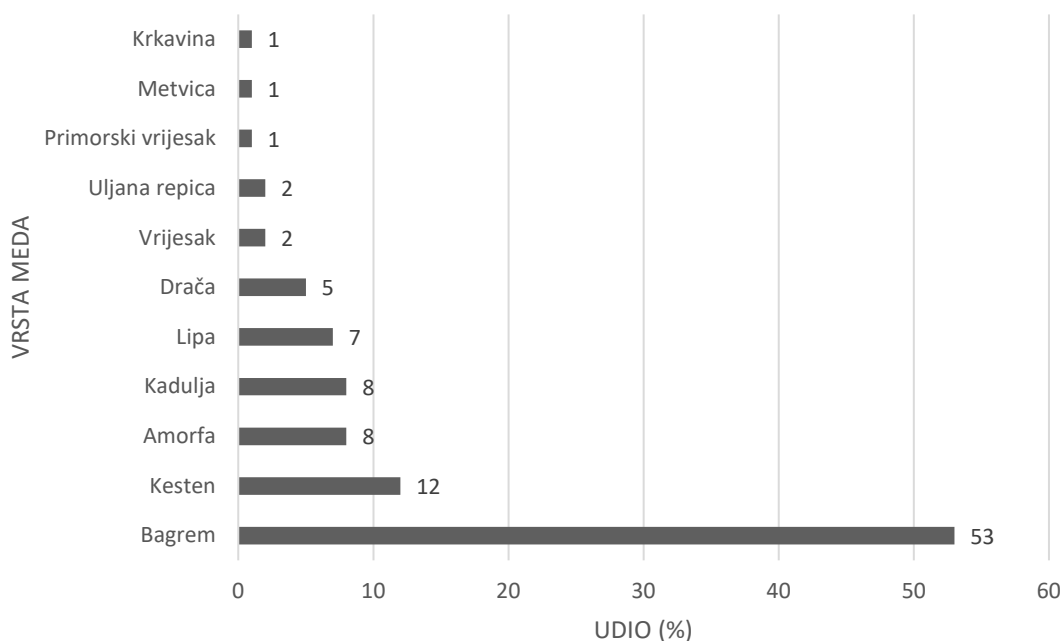
Cilj ovog rada je prikazati kvalitetu meda ispitanih u razdoblju od 2015. do 2016. godine kroz osnovne fizikalno-kemijske parametre.

## Materijal i metode

Ukupno 167 uzoraka meda različitog botaničkog podrijetla (bagrem, kesten, amorfa, kadulja, lipa, drača, vrijesak, uljana repica, primorski vrijesak, krkavina, metvica) proizvedenog u različitim dijelovima Republike Hrvatske ispitano je u razdoblju od 2015. do 2016. godine. Sve fizikalno-kemijske analize uzoraka provedene su u skladu s metodama opisanim od strane Međunarodne komisije za med, IHC (2009.) kao i hrvatskih regulatornih akata za kvalitetu meda (Narodne novine, 2009) te su akreditirane prema međunarodno priznatoj normi HRN EN ISO/IEC 17025:2007. Maseni udio vode određivan je na refraktometru (Mettler Toledo RM 40), a rezultati su prikazani kao srednja vrijednost dva mjerenja. Električna provodnost određivana je konduktimetrijskim mjerenjem električnog otpora vodene otopine meda na konduktometru (Mettler Toledo SevenMulti), a rezultati su prikazani kao srednja vrijednost dva mjerenja. Udio hidroksimetilfurfurala određivan je na spektrofotometru (Agilent Cary 60) metodom po White-u, a u nekim slučajevima korištena je i metoda tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC) koja nije akreditirana, a rezultati su prikazani kao srednja vrijednost dva mjerenja. Aktivnost dijastaze određivana je na spektrofotometru (Agilent Cary 60) metodom po Schade-u, a rezultati su prikazani kao srednja vrijednost dva mjerenja. Melisopalnološka (peludna) analiza, provedena je u cilju utvrđivanja botaničkog podrijetla uzoraka meda, a za donošenje konačnog zaključka o vrsti meda provedena je senzorska procjena od strane tročlanog panela. Dobiveni rezultati uspoređeni su s Pravilnikom. Statistička analiza dobivenih rezultata fizikalno - kemijskih pokazatelja provedena je korištenjem Microsoft Excel programa, a izračunati statistički pokazatelji uključivali su srednju vrijednost i standardnu devijaciju (SD) te raspon (minimum-maksimum).

## Rezultati i rasprava

Postotak različitih vrsta uniflornog meda od 167 ispitanih uzoraka prikazan je u grafikonu 1. Najčešće vrste ispitaniog meda bile su bagrem, kesten, amorfa i kadulja.



Grafikon 1. Vrste meda prema zastupljenosti

Rezultate određivanja fizikalno-kemijskih parametara raznih vrsta uniflornog meda prikazuje Tablica 1.

Tablica 1. Fizikalno-kemijski parametri raznih vrsta uniflornog meda

	Udio vode (%)	Električna provodnost (mS/cm)	HMF (mg/kg)	Dijastaza (DN)
<b>Bagrem (n=89)</b>				
Sred. vrijednost	16,7	0,16	3,0	13,8
SD	1,24	0,04	3,36	4,66
Raspon	13,8-19,5	0,11-0,32	0,1-14,2	3,6-28,8
<b>Kesten (n=20)</b>				
Sred. vrijednost	17,7	1,17	3,8	33,1
SD	1,49	0,14	3,04	9,80
Raspon	14,1-19,8	0,87-1,41	0,1-13,2	14-56
<b>Amorfa (n=14)</b>				
Sred. vrijednost	17,3	0,32	2,1	36
SD	1,55	0,12	1,65	10,64
Raspon	14,9-19,5	0,16-0,56	0,3-6,1	19-51,4
<b>Kadulja (n=13)</b>				
Sred. vrijednost	16	0,33	4	24,2
SD	1,11	0,09	2,28	6,45
Raspon	13,8-17,6	0,19-0,55	0,5-7,4	10,5-36,3
<b>Lipa (n=12)</b>				
Sred. vrijednost	18,3	0,66	2,7	22
SD	1,77	0,06	2,77	3,88
Raspon	14,9-20,6	0,54-0,71	0,1-9,6	14,9-27,8
<b>Drača (n=8)</b>				
Sred. vrijednost	16	0,62	2,7	38,7
SD	0,68	0,06	2,12	8,40
Raspon	14,6-16,6	0,54-0,69	0,4-6,4	27,8-52
<b>Vrijesak (n=4)</b>				
Sred. vrijednost	17,1	0,78	5	22,3
SD	0,80	0,07	2,54	4,08
Raspon	16,5-18,3	0,71-0,86	2,8-8,3	16,9-26,8
<b>Uljana repica (n=3)</b>				
Sred. vrijednost	19,6	0,26	1,8	24,5
SD	1,08	0,04	1,13	0,37
Raspon	18,4-20,5	0,22-0,31	0,7-3	24,1-24,8
<b>Primorski vrijesak (n=2)</b>				
Sred. vrijednost	16,8	0,45	6,1	40,6
SD	1,06	0,06	4,14	2,43
Raspon	16-17,5	0,41-0,50	3,2-9,1	38,9-42,3
<b>Metvica (n=1)</b>				
Sred. vrijednost	19,5	0,516	4,70	52,3
<b>Krkavina (n=1)</b>				
Sred. vrijednost	18,50	0,99	1,5	45,6

U ovom istraživanju maseni udio vode (%) u 11 vrsta uniflornog meda određen je u rasponu od 13,8% kod bagremovog meda do 20,6% kod lipovog meda. Kod tri uzorka lipovog meda utvrđeno je odstupanje od propisane granice (20,4%; 20,5%; 20,6%) kao i kod jednog uzorka meda od uljane repice (20,5%). Ostala 163 uzorka zadovoljila su kriterije Pravilnika. U prijašnjem istraživanju u Hrvatskoj u samo 2 od 254 uzoraka meda utvrđen je maseni udio vode iznad 20% (medljikovac 20,2%, cvjetni med 20,6%) (Šarić i sur., 2008). U usporedbi sa prijašnjim istraživanjima hrvatskog meda, prosječni sadržaj vode u različitim vrstama meda dobivenih tijekom različitih sezona kretao se u rasponu od 15,4% (Šarić i sur., 2008) do 17,5% (Čalopek i sur., 2016) dok je u ovom radu iznosio 17,0%. Utvrđene vrijednosti za

kaduljin med potvrđuju prijašnja istraživanja gdje je također ustanovljen udio vode od 16% (Kenjeric i sur., 2006; Denžić Lugomer i sur., 2017.). U prijašnjim istraživanjima u medu lipe izmjerene su vrijednosti od 16,7% (Denžić Lugomer i sur., 2017.) do 17,6% (Vahčić i Matković, 2009.) što je niže u odnosu na vrijednost prikazanu u ovom radu od 18,3%. Isto tako, u uzorcima lipovog meda s područja Slovenije izmjerene su vrijednosti niže od 16,6% (Golob i Plestenjak, 1999).

Električna provodnost je svojstvo koje uvelike ovisi o prisustvu koncentracije mineralnih soli, organskih kiselina i proteina u uzorcima meda. Ovaj pokazatelj pokazuje veliku varijabilnost u skladu s botaničkim podrijetlom meda te služi kao jedna od metoda za razlikovanje nektarnih vrsta meda u kojima prema Pravilniku smije iznositi najviše 0,8 mS/cm od medljikovaca i kestena u kojima treba iznositi najmanje 0,8 mS/cm uz iznimke za med od planike, vrieska, lipe i vriesa. U ovome istraživanju u 145 uzoraka meda bagrema, amorfe, kadulje, lipe, vrieska, uljane repice, primorskog vrieska i metvice određena je električna provodnost ispod 0,8 mS/cm. Provodnost iznad 0,8 mS/cm utvrđena je u 20 uzoraka kestenovog meda i kod jednog uzorka meda vrieska te jednog uzorka meda od krkavine. Provodnost iznad 0,8 mS/cm utvrđena kod meda od krkavine s vrijednosti od 0,99 mS/cm odgovara rezultatima prijašnjeg istraživanja gdje su izmjerene vrijednosti u rasponu od 0,90 do 0,98 mS/cm (Jerković i sur., 2015). Najniža srednja vrijednost provodnosti od 0,11 mS/cm utvrđena je u uzorcima bagremovog, a najviša kod kestenovog meda, 1,41 mS/cm. U uzorcima lipovog meda utvrđene su se vrijednosti kretale u rasponu od 0,54 do 0,71 mS/cm, s prosječnom vrijednošću od 0,66 mS/cm, što se podudara s vrijednostima utvrđenim u istraživanjima uzoraka meda s područja Hrvatske (Denžić Lugomer i sur., 2017; Vahčić i Matković 2009.).

Udio HMF-a je prvotno korišten kao indikator krivotvorenja meda pri čemu se njegova koncentracija povećavala proporcionalno porastom temperature. Međutim, HMF je prisutan u maloj količini i u prirodnom medu (<1 mg/kg). Danas se udio ove tvari koristi kao pokazatelj svježine i pregrijavanja meda, a izrazito visoke vrijednosti iznad 100 mg/kg još uvijek mogu indicirati krivotvorenje meda (Vahčić i Matković, 2009.). Dopušteni udio HMF-a prema propisima EU te hrvatskoj legislativi iznosi 40 mg/kg (Pravilnik, 2015). U ovom istraživanju koncentracije HMF-a su se kretale u rasponu <0,1 mg/kg do 14,2 mg/kg te se može zaključiti da svi analizirani uzorci meda zadovoljavaju dopuštenim vrijednostima.

Aktivnost dijastaze predstavlja jedan od glavnih parametra u određivanju intenziteta zagrijavanja meda tijekom prerade i skladištenja. Prilikom zagrijavanja aktivnost dijastaze se smanjuje. Aktivnost dijastaze uzoraka meda obuhvaćenih ovim istraživanjem kretala se od 3,6 DN kod bagremovog meda do 56 DN kod kestenovog meda. Pravilnik propisuje vrijednosti najmanje 8 DN, a kod vrsta meda s prirodno niskom količinom enzima najmanje 3 DN (med od mandarine) uz uvjet da je HMF niži od 15 mg/kg. Kod četiri uzorka bagremovog meda izmjerene su vrijednosti niže od 8 DN, ali su izmjerene vrijednosti HMF-a bile niže od 15 mg/kg što je u skladu s Pravilnikom. Utvrđene vrijednosti aktivnosti dijastaze niže od 8 DN potvrđuju i ranija istraživanja na uzorcima bagremovog meda gdje je vrijednost HMF-a također bila ispod 15 mg/kg (Šarić i sur., 2008.).

## Zaključak

U ovom radu prikazani su fizikalno-kemijski parametri 167 uzoraka meda prikupljenih s raznih područja Republike Hrvatske u razdoblju od 2015. do 2016. godine uključujući 11 vrsta uniflornog meda: bagrem, kesten, amorfa, kadulja, lipa, drača, vriesak, uljana repica, primorski vriesak, metvica i krkavina. Od ukupnog broja prikupljenih i ispitanih uzoraka tijekom dvije godine, četiri ih je odstupilo od propisane granice te nisu zadovoljili uvjete koje propisuje Pravilnik.

## Literatura

- Čalopek, B., Marković, N., Vahčić N., Bilandžić N. (2016): Procjena kakvoće osam različitih vrsta meda. Veterinarska stanica 47, 317-325.
- Denžić Lugomer M., Pavliček D., Kiš M., Končurat A., Majnarić D. (2017): Quality assessment of different types of Croatian honey between 2012 and 2016. Veterinarska stanica : znanstveno-stručni veterinarski časopis (0350-7149) 48 , 2; 93-99.
- Golob T., Plestenjak A. (1999): Quality of Slovene Honey. Food Technology and Biotechnology. 37., 195-201.
- International honey commission (2009): Harmonised methods of the International Honey Commission, Swiss Bee Research Centre, Federal Dairy Station, Liebefeld.
- Jerković, I., Kranjac M., Šuste M., Kuš P. M., Svečnjak L.(2015): Rhamnus frangula L. honey : screening of volatile organic compounds and their composition after short-term heating. Chemistry of natural compounds (0009-3130)51, 6; 1174-1177
- Kenjerić D., Primorac Lj., Mandić M. L., Bubalo D., Perl Pirički A., Flanjak I. (2006): Dalmatian Sage (salvia officinalis L.) Honey Characterization. Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 102 (10): 479-484.
- Kezić, N., Bubalo, D., Grgić, Z., Dražić, M., Barisić, D., Filipi, J., Ševar, M., Krakar, D., Tretinjak, V., (2014): Konvencionalno i ekološko pčelarenje. Interna skripta, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
- Pravilnik o izmjenama Pravilnika o kakvoći uniflornog meda (2013). Narodne novine. 141. Raspoloživo: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_11\\_141\\_3024.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_11_141_3024.html)
- Pravilnik o izmjenama Pravilnika o medu (2017). Narodne novine. 47. Raspoloživo: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017\\_05\\_47\\_1107.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_05_47_1107.html)
- Pravilnik o kakvoći uniflornog meda (2009). Narodne novine. 122. Raspoloživo: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_10\\_122\\_3018.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_122_3018.html)
- Pravilnik o medu (2015). Narodne novine.93. Raspoloživo: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015\\_05\\_53\\_1029.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_05_53_1029.html)
- Šarić, G., Matković D., Hruškar M., Vahčić N. (2008) Characterisation and classification of Croatian honey by physicochemical parameters. Food Technology and Biotechnology 46 (4) 355-367.
- Vahčić, N., Matković D. (2009): Kemijske, fizikalne i senzorske značajke meda, <http://www.pcelinjak.hr/OLD/index.php/Prehrana-i-biotehnologija/kemijske-fizikalne-i-senzorske-znaajke-med.html>. Pristupljeno 02.10.2017.

## Quality assessment of unifloral honey from Croatia between 2015 and 2016

### Abstract

The results are presented in a total of 167 honey samples examined in the Honey Quality Control Unit from various regions of the Republic of Croatia in the period from 2015 to 2016. Basis on physico-chemical, melisopalinalogical and sensory analyzes, they are classified into eleven groups of unifloral honey. The following physicochemical properties were tested: water content, electrical conductivity, hydroxymethylfurfural content and diastase activity. After the survey it was found that 98% of honeys tested is within the limits of acceptability prescribed by Croatian regulations.

**Key words:** honey, water content, electrical conductivity, hydroxymethylfurfural, diastase number



## Prisutnost i distribucija termofilnih vrsta riba u Medulinskom zaljevu

Neven Iveša<sup>1</sup>, Marina Piria<sup>1</sup>, Martina Gelli<sup>2</sup>, Matko Mičić<sup>3</sup>, Ana Gavrilović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska, mpiria@agr.hr

<sup>2</sup>Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Zagrebačka ulica 30, Pula, Hrvatska

<sup>3</sup>Aquarium Pula, Verudella bb, Pula, Hrvatska

### Sažetak

Prisutnost i distribucija termofilnih vrsta riba istraživani su metodom vizualnog cenzusa na sedam postaja u Medulinskom zaljevu u od lipnja do listopada 2017. godine. Utvrđena je prisutnost gofa *Seriola dumerili* (Risso, 1810.), lice modrulje *Trachinotus ovatus* (Linnaeus, 1758), škarama *Sphyraena sphyraena* (Linnaeus, 1758), lice bilizme *Lichia amia* (Linnaeus, 1758) i strijelka *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766). U ukupnom uzorku najzastupljeniji su bili gof i škaram. Najveći ukupni broj jedinki utvrđen je u uvali Polje, dok je najveći broj termofilnih vrsta zabilježen u uvali Lokva. Rezultati ukazuju na potencijalne buduće promjene u sastavu ihtiofaune Medulinskog zaljeva te je, s obzirom da se radi o području od značaja za izlov gospodarski važnih vrsta riba, potrebno provesti detaljnija istraživanja.

**Ključne riječi:** termofilne vrste riba, metoda vizualnog cenzusa, Medulinski zaljev

### Uvod

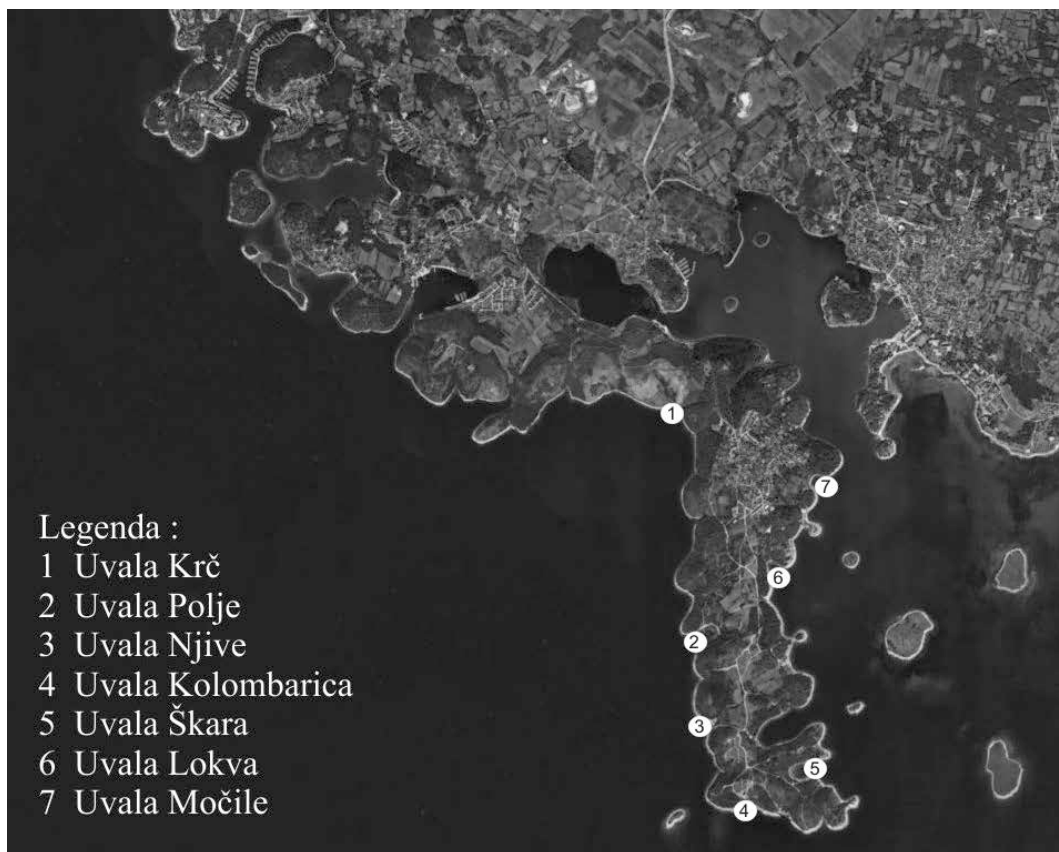
Izmjene u distribuciji riba, naročito u pogledu širenja područja rasprostranjenosti termofilnih vrsta riba u Sredozemnom moru predmet su brojnih istraživanja (Francour i sur., 1994; Azzurro, 2008). Sve su češća izvješća o prisutnosti lice modrulje *Trachinotus ovatus* (Linnaeus, 1758), škarama *Sphyraena sphyraena* (Linnaeus, 1758), lice bilizme *Lichia amia* (Linnaeus, 1758), gofa *Seriola dumerili* (Risso, 1810), strijelka *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766), lampuge *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) i drugih termofilnih vrsta u sjevernim dijelovima Sredozemnog mora. Kako sjeverni Jadran predstavlja žarište endemskih i borealnih vrsta, u literaturi se ističe zabrinutost za njegovo očuvanje s obzirom na napredovanje ovih vrsta (Bettoso i Dulčić, 1999.; Dulčić i sur., 1999.; Ben Rais Lasram i sur., 2008.). Utjecaj zagrijavanja mora na rast, preživljavanje, migracijske putove i stopu reprodukcije mnogih vrsta riba izravno bi se moglo odraziti na morske resurse i njihovu eksploataciju, pretpostavljajući da će to imati izravne socijalne i ekonomske posljedice (Brander, 2007.).

Medulinski zaljev u Istri predstavlja područje značajno za izlov gospodarskih važnih vrsta, a zbog bioloških vrijednosti podmorja, sastavni je dio ekološke mreže Natura 2000. Zbog sve učestalijih neslužbenih priopćenja ribara o ulovu termofilnih vrsta riba, hipoteza je da se one pojavljuju u Medulinskom zaljevu. Cilj ovog istraživanja je utvrditi njihovu prisutnost i prostorno-vremensku distribuciju primjenom neinvazivne metode vizualnog cenzusa.

### Materijal i metode

Temeljem navoda profesionalnih ribara (Bojan Iveša, Luka Mezulić) o lokacijama i ulovima termofilnih vrsta riba u priobalne mreže stajačice u Medulinskom zaljevu, za istraživanje je odabrano sedam uvala: Krč, Polje, Njive, Kolombarica, Škara, Lokva i Močile (Slika 1.). Terenska istraživanja obavljena su od lipnja do listopada 2017. godine primjenom metode vizualnog cenzusa prema Labrose i sur. (2002.), koja se u praksi pokazala brzom, financijski

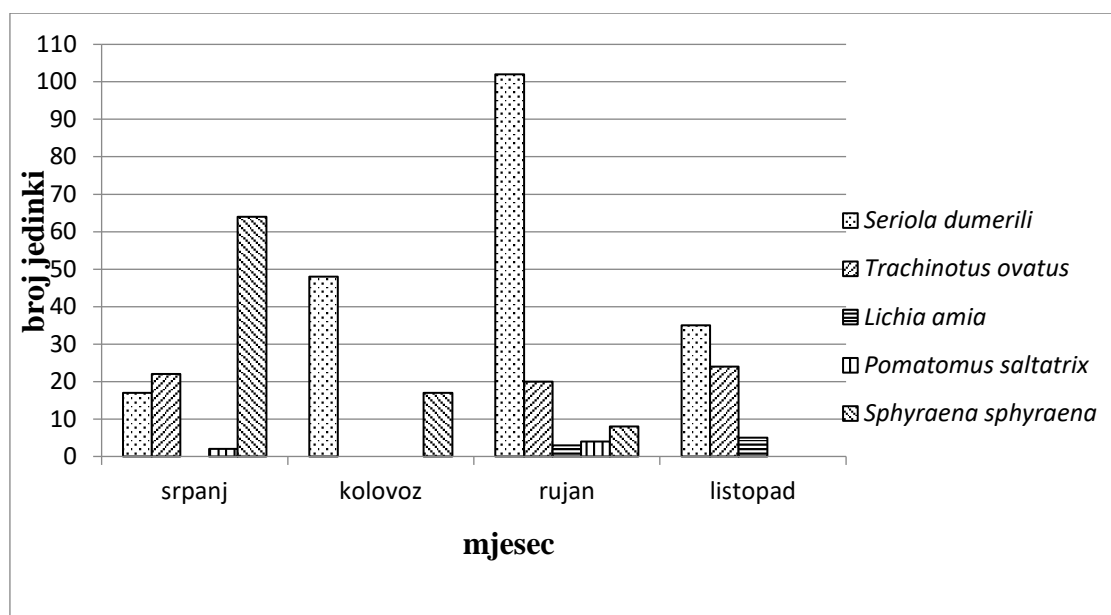
manje zahtjevnom i bez štetnih posljedica po morski okoliš (Harmelin-Viven i Francuor, 1992.). Vizualni cenzus provodio se u plitkom priobalnom pojasu infralitorala, na dubini od 1-3 metra paralelno uz obalu, na transektima duljine 60 - 90 m i širine od 2,5 m. Korištena je oprema za autonomno ronjenje i ronjenje na dah. Prikupljanje podataka provedeno je *in situ* tako što je u svakoj uvali postavljen jedan numerirani horizontalni transekt duž kojega je ronilac bilježio termofilne vrste riba i njihovu brojnost. Istraženo je sveukupno 56 transekata.



Slika 1. Prikaz istraživanih postaja na području Medulinskog zaljeva

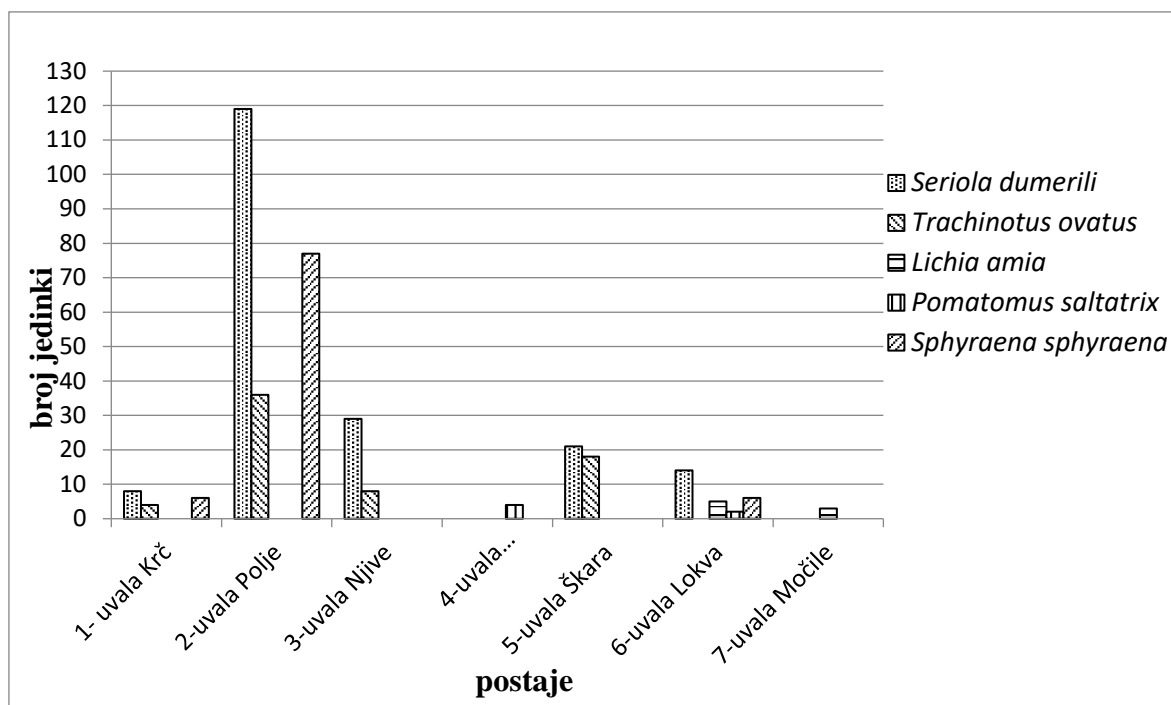
## Rezultati i rasprava

Tijekom ovog istraživanja, u Medulinskom zaljevu je utvrđena prisutnost gofa, lice šarulje, škarama, lice bilizme i strijelka, sveukupno 365 jedinki. U potpunom razdoblju istraživanja utvrđen je najveći broj jedinki gofa (196), dok je najmanja prisutnost utvrđena za strijelka (6) (Slika 2). Iako je istraživanje započelo u lipnju, prva pojavljivanja termofilnih vrsta zabilježena su u srpnju, što je i grafički prikazano. Termofilne vrste riba koje se prve pojavljuju na ovom području su gof, lica šarulja i škaram. Rezultati ovog istraživanja u skladu su s podacima o uobičajenoj prisutnosti gofa u ribarskim lovinama u Istri tijekom ljeta i jeseni posljednjih godina (Nerlović i sur., 2015.) te također predstavljaju potvrdu o prilagodbi strijelka na život u novim staništima. Prema Matić-Skoko i Dulčić (2007.) strijelko može stvoriti velike populacije u najsjevernijem dijelu Jadrana. Navedeni autori su u prosincu 2003. godine na ušću rijeke Mirne u Tarskoj uvali zabilježili ulov strijelka od 1520,8 kg, što je ujedno najveća dokumentirana količina ulova jedinki ove vrste u Sredozemnom moru.



Slika 2. Ukupni broj jedinki termofilnih vrsta riba po mjesecima u Medulinskom zaljevu

U uvali Lokva utvrđena je najveća ukupna raznolikost termofilnih vrsta gdje su evidentirane 4 vrste: gof, lica bilizma, strijelko i škaram, dok je u uvali Polje utvrđena najveća abundanca jedinki termofilnih vrsta, sveukupno njih 232. U uvalama Polje i Krč utvrđene su 3 vrste: gof, lica modrulja i škaram. U uvalama Njive i Škara dokumentirane su po 2 vrste (gof i strijelka modrulja), dok je u uvali Kolombarica i uvali Močile utvrđena po jedna vrsta, strijelko, odnosno lica bilizma (Slika 3).



Slika 3. Ukupni broj jedinki termofilnih vrsta riba po postajama u Medulinskom zaljevu

Dulčić i sur. (2007.) utvrdili su proporcionalnu korelaciju između utjecaja klimatskih oscilacija, osobito povećane temperature zraka zabilježenu u periodu od 1973. do 2003. godine, i pojave termofilnih vrsta u Jadranu. Nastavno na navedeno, posljednjih desetak

godina bilježe se sve češći pojedinačni nalazi termofilnih vrsta u sjevernom Jadranu (Lipej i sur., 2009.). Također, Nerlović i sur. (2015.) su utvrdili prisutnost lice bilizme i lice modrulje u ribarskoj ponudi na tržnicama diljem Istre. Ovim istraživanjem potvrđene su navedene vrste s tim da je vizualnim cenzusom utvrđeno češće pojavljivanje lice modrulje (66 jedinki) u odnosu na lice bilizmu (8 jedinki). Azzurro (2008.) je sastavio popis termofilnih vrsta riba za koje se može očekivati da će postupno naseljavati sjevernije predjele Sredozemnog mora. Navedeni popis, osim lice modrulje i strijelka, uključuje i europsku barakudu - škarama. Radom je utvrđeno 89 jedinki škarama, čija se najveća brojnost bilježi u srpnju. Budući je metoda vizualnog cenzusa neinvazivna, jedinke se nisu biometrički analizirale, međutim vizualno je primijećeno povećanje duljine jedinki kako je protjecalo vrijeme istraživanja. Navedeno je bilo posebno izraženo kod gofa.

## Zaključak

Prisutnošću termofilnih vrsta riba poput gofa, lice modrulje, škarama, lica bilizme i strijelka u Medulinskom zaljevu potvrđene su hipoteze o proširenju područja rasprostranjenosti termofilnih vrsta riba prema sjevernim dijelovima Jadrana. Zbog njihovih izraženih predatorskih karakteristika, postoji potencijalna mogućnost njihova utjecaja na gospodarski značajne vrste riba. Obzirom na njihovu evidentnu prisutnost u Medulinskom zaljevu preporuka je u narednom razdoblju provesti daljnja istraživanja u cilju prikupljanja detaljnijih podataka o utjecaju termofilnih vrsta riba na lokalnu ihtiofaunu.

## Literatura

- Azzurro E. (2008). The advance of thermophilic fish in the Mediterranean sea: overview and methodological questions. In Climate warming and related changes in Mediterranean marine biota, Briands F. (ed.), CIEMS Workshop Monographs 35: 39-46.
- Ben Rais Lasram, F., Tomasini J. A., Guilhaumon F., Romdhane M. S., Do Chi T., Mouillot D. (2008). Ecological correlates of dispersal success of Lessepsian fishes. Marine Ecological Progress Series 363: 273-286.
- Bettoso N., Dulčić J. (1999). First record of the oilfish *Ruvettus pretiosus* (Pisces: Gempylidae) in the northern Adriatic Sea. Journal of the Marine Biological Association of the UK 79 (6): 1145-1146.
- Brander K. (2007). Global fish production and climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 104 (50): 19709–19714.
- Dulčić J., Grbec B., Beg-Paklar G. (2007). The effect of the hemispheric climatic oscillations on the Adriatic ichthyofauna. Geophysical Research Abstracts 9: 01470.
- Dulčić J., Grbec B., Lipej L. (1999). Information on the Adriatic ichthyofauna effect of water warming. Acta Adriatica 40: 33-43
- Francour P., Boudouresque C. F., Harmelin J. G., Harmelin-Vivien M. L., Quingard J.P. (1994). Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. Marine pollution bulletin 28: 523 - 526.
- Harmelin-Vivene M. I., Francour P. (1992). Trawling or visual census? Methodological bias in the assesment of fish population in in sea grass beds. Marine Ecology 8: 41-51.
- Labrosse P., Kulbricki M., Ferraris J. (2002). Underwater visual fish census surveys. Secretariat of the Pacific Community, 54. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community.
- Lipej L., Mavrič B., Orlando Bonaca M. (2009). Recent changes in the Adratic fish fauna – experiences from Slovenia. Varavstvo narave 22: 91-96.
- Matić-Skoko S., Dulčić J. (2007). The northward movement of termophilic fish species in the Adriatic Sea. Proceedings of the 42nd European Marine Biology Symposium, Kiel 27. – 31. 08. 2007, Rumohr H., Sommer U., Wahl M. (eds.).240. Kiel, Germany: IFM-GEOMAR.
- Nerlović V., Mravinac B., Devescovi M. (2015). Additional information on the blue runner, *Caranx chrysos* (Mitchill, 1815) from the Nothern Adriatic Sea: meristic and molecular characterisations. Acta Adriatica 56 (2): 309 – 318.

## **Incidence and distribution of thermophilic fish species in the Bay of Medulin**

### **Abstract**

The incidence and distribution of thermophilic fish species were investigated by the method of visual census at seven stations in Medulin Bay from June to October 2017. The presence of the greater amberjack, *Seriola dumerili* (Linnaeus, 1758), the pompano, *Trachinotus ovatus* (Linnaeus, 1758), the European barracuda, *Sphyraena sphyraena* (Linnaeus, 1758), the learfish, *Lichia amia* (Linnaeus, 1758) and the bluefish, *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766) has been recorded. In the overall sample, the most numerous were amberjack and European barracuda. The largest total number of thermophilic specimens were recorded in September in Polje bay, while the largest variety of the investigated species, was in the same month in Lokve bay. The results indicate potential future changes in the composition of ichthyofauna in Medulin Bay and, considering that it is an area of importance for the fishing of economically important fish species, it is necessary to carry out more detailed research

**Key words:** thermophilic fish species, visual census method, Bay of Medulin

## Da li je model von Bertalanffy prikladan za određivanje rasta invazivnih pontsko-kaspijskih glavoča?

Goran Jakšić<sup>1</sup>, Krešimir Kuri<sup>1</sup>, Margita Jadan<sup>2</sup>, Natalija Topić Popović<sup>2</sup>, Davor Zanella<sup>3</sup>, Tomislav Treer<sup>4</sup>, Marina Piria<sup>4</sup>

<sup>1</sup> AQUATIKA-Slatkovodni akvarij Karlovac, Branka Čavlovića Čavleka 1a, 47000 Karlovac, Hrvatska

<sup>2</sup> Zavod za kemiju materijala, Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup> Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>4</sup> Zavod za ribarstvo, pčelarstvo, lovstvo i specijalnu zoologiju, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska (mpiria@agr.hr)

### Sažetak

Invazivni pontsko-kaspijski glavoči: riječni glavočić *Neogobius fluviatilis*, glavočić okrugljak *Neogobius melanostomus* i keslerov glavočić *Ponticola kessleri* nedavno su naselili savsko porječje u Hrvatskoj. Iako je njihova prisutnost primijećena te distribucija i utjecaj izučeni, dob i rast do sada nisu bili istraženi. Analizom ljustica za riječnog glavočića je utvrđena dob I, II i III, a za glavočića okrugljaka i keslerova glavočića I, II, III i IV. Najveći koeficijent rasta imao je riječni glavočić, a najmanji glavočić okrugljak. Za povratno izračunate srednje dužine vidljivo je značajnije odstupanje za sve tri istraživane vrste glavoča što upućuje na nepouzdanost korištenog von Bertalanffyjevog modela. Zbog preciznijeg određivanja dobi sugerira se brojanje anula na otolitima kao i testiranje drugih modela rasta.

**Ključne riječi:** riječni glavočić, glavočić okrugljak, keslerov glavočić, dob, model von Bertalanffy

### Uvod

Posljednjih desetljeća nekoliko je pontsko-kaspijskih glavoča (Gobiidae) iz područja prirodne rasprostranjenosti brodovima prevezeno u glavne europske luke odakle su migrirali u većinu europskih kopnenih voda (Jazdzewski i Konopacka, 2002; Copp i sur., 2005a; Polačik i sur., 2008a; Leuven i sur., 2009; Roche i sur., 2013). U Hrvatskoj su nedavno zabilježene četiri vrste: riječni glavočić *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), keslerov glavočić *Ponticola kessleri* (Günther, 1861), glavočić okrugljak *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) i glavočić trkač *Babka gymnotrachelus* (Kessler, 1857) (Polačik i sur., 2008b; Piria i sur., 2011a; Piria i sur., 2011b; Šanda i sur., 2013). Sve četiri vrste smatraju se invazivnim vrstama (Copp i sur., 2005a), što je potvrđeno analizom procjene rizika alohtonih vrsta (Copp i sur., 2005b) u Hrvatskoj i Sloveniji (Piria i sur., 2016). Svaka od navedenih vrsta može živjeti do pet godina i imati maksimalnu standardnu dužinu od 220 mm (Kottelat i Freyhof, 2007.; Vassilev i sur., 2012.). Prema von Bertalanffyjevom modelu rasta, dužina glavočića okrugljaka obzirom na njegovu dob znatno se razlikuje u starijoj literaturi i novijim radovima (Simonović i sur., 2001.; Grul'a i sur., 2012.). Također su i kod riječnog glavočića dobivene slične značajne razlike u parametrima rasta (Sasi i Berber, 2010.; Plachá i sur., 2010.). Temeljem takvih velikih razlika u dobivenim rezultatima otvorena je debata o prikladnosti upotrebe von Bertalanffyjevog modela rasta kod glavoča (Hernaman i Munday, 2005); Lester i sur. (2004); Kielbassa i sur., 2010.).

Stoga, cilj rada bio je odrediti rast riječnog glavočića, glavočića okrugljaka i keslerova glavočića u savskom porječju Hrvatske prema von Bertalanffyju, te raspraviti da li je von Bertalanffyjev model prikladan za određivanje rasta navedenih vrsta.

### Materijal i metode

Uzorci su prikupljeni u razdoblju od travnja do listopada 2011. godine iz rijeka Save, Kupe i Kupčine električnim agregatom tipa Hans Grassel 6 kW (Halačka i Jurajda, 1994). Ukupno je analizirana 121 jedinka: 67 riječnih glavočića, 40 glavočića okrugljaka, 14 keslerovih glavočića. Starost jedinki određena je identifikacijom anula na ljuskama korištenjem digitalnog mikroskopa Dino-Lite tipa AM-413T (Murphy i Willis, 1996.). Povratnim izračunom totalnih dužina iz svih generacija ustanovljene su totalne dužine u svim godinama života metodom Fraser-Leeove jednadžbe (Guy i Brown, 2007):

$$L_n = \frac{S_n}{S} \cdot (L - c) + c$$

gdje je  $L_n$  povratno izračunata dužina ribe u svim njezinim godinama života  $n$ , dok su  $S_n$  i  $S$  polumjeri mjereni iz središta ljuske do njezinih pojedinačnih anula  $n$ , to jest do ruba ljuske. Koeficijent  $c$  računa se pomoću linearne regresije dužine ribe na polumjer ljuske. Nakon povratnog izračuna srednjih totalnih dužina istraživanih vrsta riba podaci su statistički obrađeni metodom von Bertalanffyjeve jednadžbe rasta (Murphy i Willis, 1996):

$$L_t = L_\infty \cdot (1 - e^{-K \cdot (t - t_0)})$$

gdje je  $L_\infty$  najveća dužina koju ribe mogu doseći,  $K$  je koeficijent rasta koji pokazuje kojom brzinom ribe dosežu  $L_\infty$ , dok je  $t_0$  hipotetska dob kod  $L_t = 0$ .

### Rezultati

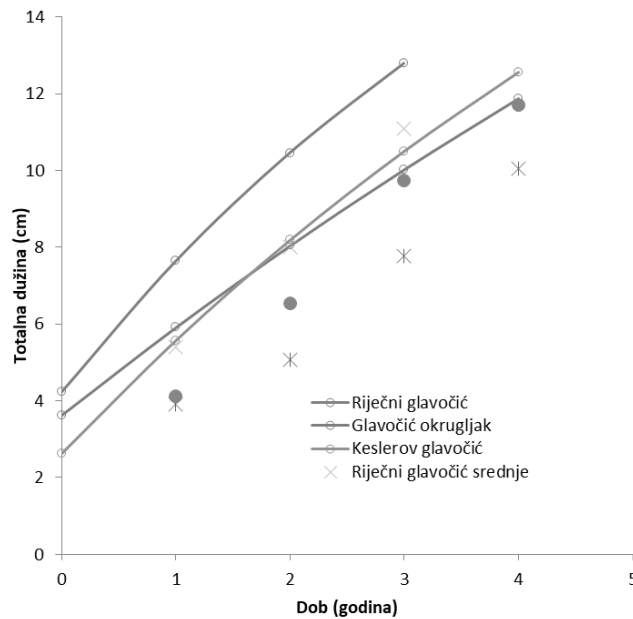
Starost riba i povratno izračunat rast prikazani su u tablici 1, dok je von Bertalanffyjev model rasta istraživanih glavoča prikazan na slici 1 pomoću jednadžbi:  $L_t = 23,9 \cdot (1 - e^{-0,19 \cdot (t + 1,03)})$  za riječnog glavočića,  $L_t = 37,4 \cdot (1 - e^{-0,07 \cdot (t + 1,48)})$  za glavočića okrugljaka,  $L_t = 28,7 \cdot (1 - e^{-0,12 \cdot (t + 0,80)})$  za keslerova glavočića.

Tablica 1. Dobna struktura (godine u rimskim brojevima), srednja totalna dužina za populacije riječnog glavočića (L1-L3, u cm), glavočića okrugljaka i keslerova glavočića (L1-L4, u cm) na temelju povratno izračunatih podataka, von Bertalanffyjeva totalna dužina za riječnog glavočića, glavočića okrugljaka i keslerova glavočića ( $L_t$ , u cm) i relativna pogreška odstupanja srednje totalne dužine na temelju povratno izračunatih podataka od von Bertalanffyjeve totalne dužine ( $r_L$ , u %) jedinki ulovljenih 2011. godine ( $n$  = broj jedinki) u rijeci Savi, Kupi i Kupčini.

Vrste	Dob	n	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_t$	$r_L$
Riječni glavočić ( <i>Neogobius fluviatilis</i> )	I	23	6,51				7,65	34,46
	II	28	4,78	8,67			10,46	26,65
	III	16	4,92	7,32	11,09		12,79	14,24
	<b>Ukupno Srednje</b>	67		5,40	8,00	11,09		
Glavočić okrugljak ( <i>Neogobius melanostomus</i> )	I	14	4,82				5,92	41,14
	II	13	3,80	5,84			8,04	45,50
	III	12	3,37	4,64	8,61		10,03	25,51
	IV	1	3,60	4,69	6,91	10,50	11,88	12,33
<b>Ukupno</b>		40						

	<b>Srednje</b>		3,90	5,06	7,76	10,50		
<b>Keslerov glavočić (Ponticola kessleri)</b>	<b>I</b>	4	5,08				5,58	30,10
	<b>II</b>	4	3,57	7,33			8,19	22,39
	<b>III</b>	4	3,61	5,61	9,69		10,51	7,71
	<b>IV</b>	2	4,21	6,68	9,77	11,70	12,57	7,17
	<b>Ukupno Srednje</b>	14		4,12	6,54	9,73	11,70	

Temeljem dobivenih rezultata vidljivo je da je riječni glavočić imao veći koeficijent rasta od glavočića okrugljaka i keslerova glavočića (Slika 1). Također, riječnom glavočiću je najveća dužina koju može doseći ( $L_{\infty}$ ) bila manja u odnosu na druge dvije vrste. Iz tablice 1 je pak vidljivo da riječni glavočić obzirom na dob doseže najveću srednju totalnu dužinu koja od L1 do L3 iznosi redom 5,40 cm, 8,00 cm i 11,09 cm.



Slika 1. Von Bertalanffyjeve krivulje i srednje vrijednosti totalne dužine za riječnog glavočića, glavočića okrugljaka i keslerova glavočića.

## Rasprava

Analizom ljustaka riječnog glavočića iz jezera Manyas (Sasi i Berber, 2010.) i rijeke Ipel (Plachá i sur., 2010.) te keslerova glavočića iz rijeke Save (Simonović, 1996.) i Dunava (Copp i sur., 2008.) utvrđeno je pet dobnih skupina. Također je analizom ljustaka glavočića okrugljaka iz Dunava utvrđeno četiri dobne skupine (Grul'a i sur., 2012.) a analizom otolita glavočića okrugljaka iz Baltičkog mora (Sokołowska i Fey, 2011.) i Velikih jezera (Huo i sur., 2014.) pet odnosno šest dobnih skupina. Ovim istraživanjem utvrđene su svega tri dobne skupine kod riječnog glavočića, iako je ulovljen i analiziran reprezentativan broj jedinki. Analizom glavočića okrugljaka i keslerova glavočića iz rijeke Save utvrđene su četiri dobne skupine, a ulovljen je i analiziran manji broj jedinki nego riječnog glavočića (Tablica 1). Iz povratno izračunate srednje totalne dužine analiziranih primjeraka iz rijeke Save vidljivo je značajnije odstupanje za riječnog i keslerova glavočića u prvoj i drugoj, te glavočića okrugljaka u prvoj, drugoj i trećoj godini života. Najveća dužina koju može doseći riječni glavočić bila je manja u odnosu na druge dvije vrste, a iz slike 1 vidi se upravo suprotno što ukazuje na nepouzdanost von Bertalanffyjeve krivulje za glavočiće. Slična opažanja zabilježena su i na dvogodišnjim i petogodišnjim mužjacima te četverogodišnjim



ženkama riječnog glavočića iz rijeke Ipel što je dovelo do zaključka da je von Bertalanffyjev model nepouzdan za određivanje rasta putem ljsaka kod ove vrste (Plachá i sur., 2010.). Osim toga, Grul'a i sur. (2012.) von Bertalanffyjev model smatraju neadekvatnim za izračun rasta glavočića okrugljaka, a razlog je probijanje granice pouzdanosti od 95% za izračunate parametre rasta. Hernaman i Munday (2005.) u istraživanju provedenom u Australiji na pet vrsta koraljno-grebenskih glavoča pokazuju da von Bertalanffyjev model nije najbolje riješenje za Goldmanova glavoča *Istigobius goldmanni*, dok navedeni model adekvatno opisuje ostale četiri vrste. Nadalje, utvrđeno je da već i samo brojanje anula na ljuskama pokazuje značajno odstupanje od točne dobi za određene vrste riba (Britton i sur., 2004.). Moguć razlog tom odstupanju jest u nepreciznom određivanju dobi brojanjem anula na ljuskama, stoga se sugerira određivanje dobi brojanjem anula na otolitima. Lester i sur. (2004.) matematički ukazuju kako von Bertalanffyjev model dobro opisuje somatski rast isključivo nakon spolne zrelosti, ali ne i prije jer su parametri spomenutog modela funkcije spolno zrele dobi i reprodukcije. Mada se najčešće primjenjuje von Bertalanffyjev model, on ne sadržava varijablu temperature vode koja utječe na fiziološke procese određujući rast (Kielbassa i sur., 2010.). Temeljem ovog istraživanja, kao i istraživanja glavoča s drugih lokacija, predlaže se testiranje i drugih modela rasta kao što su Richardsonov model te još dva neasimptotska modela rasta (Hernaman i Munday, 2005.).

## Literatura

- Britton, J. R., Cowx, I. G., Peirson, G. (2004). Management and Ecological Note Sources of error in the ageing of stocked cyprinids. *Fisheries Management and Ecology*, 11: 415-417.
- Copp, G. H., Bianco, P. G., Bogutskaya, N. G., Erös, T., Falka, I., Ferreira, M. T., Fox, M. G., Freyhof, J., Golzan, R. E., Grabowska, J., Kováč, V., Moreno-Amich, R., Naseka, A. M., Peňáz, M., Povž, M., Przybylski, M., Robillard, M., Russell, I. C., Stakénas, S., Šumer, S., Vila-Gispert, A., Wiesner, C. (2005a). To be, or not to be, a non-native freshwater fish? *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 242-262.
- Copp, G. H., Garthwaite, R., Gozlan, R. E. (2005b). Risk identification and assessment of non-native freshwater fishes: a summary of concepts and perspectives on protocols for the UK. *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 371-373.
- Copp, G. H., Kováč, V., Zweimüller, I., Dias, A., Nascimento, M., Balážová, M. (2008). Preliminary study of dietary interactions between invading Ponto-Caspian gobies and some native fish species in the River Danube near Bratislava (Slovakia). *Aquatic Invasions*, 3: 189-196.
- Grul'a, D., Balážová, M., Copp Gordon, H., Kováč, V. (2012). Age and growth of invasive round goby *Neogobius melanostomus* from middle Danube. *Central European Journal of Biology*, 7: 448-459.
- Guy, C. S., Brown, M. L. (2007): Analysis and Interpretation of Freshwater Fisheries Data. American Fisheries Society, Maryland, Bethesda, 961 pp.
- Hernaman, V., Munday, P. L. (2005). Life-history characteristics of coral reef gobies. I. Growth and life-span. *Marine Ecology Progress Series*, 290: 207-221.
- Huo, B., Madenjian, C. P., Xie, C. X., Zhao, Y., O'Brien, T. P., Czesny, S. J. (2014). Age and growth of round gobies in Lake Michigan, with preliminary mortality estimation. *Journal of Great Lakes Research*, 4C: 4, 5, 6.
- Jazdzewski, K., Konopacka, A. (2002). Invasive Ponto-Caspian species in waters of the Vistula and Oder Basins and the Southern Baltic Sea, In: Leppäkoski, E., Gollasch, S., Olenin, S. (Eds.), *Invasive Aquatic Species of Europe; Distribution, Impacts and Management*. Springer, Netherlands, pp. 384-398.
- Kielbassa, J., Delignette-Muller, M. L., Pont, D., Charles, S. (2010). Application of a temperature-dependent von Bertalanffy growth model to bullhead (*Cottus gobio*). *Ecological Modelling*, 221: 2475-2481.
- Kottelat, M., Freyhof, J. (2007). Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, 646 pp.
- Lester, N. P., Shuter, B. J., Abrams, P. A. (2004). Interpreting the von Bertalanffy model of somatic growth in fishes: the cost of reproduction. *Proceedings of the Royal Society of London*, 271: 1625-1631.
- Leuven, R. S. E. W., van der Velde, G., Baijens, I., Snijders, J., van der Zwart, C., Lenders, H. J. R., bij de Vaate, A. (2009). The river Rhine: a global highway for dispersal of aquatic invasive species. *Biological Invasions*, 11: 1989-2008.
- Murphy, B. R., Willis, D. W. (1996). Fisheries techniques. American Fisheries Society, Maryland, Bethesda, 732 pp.

- Piria, M., Treer, T., Tomljanović, T., Šprem, N., Matulić, D., Aničić, I., Safner, R. (2011a). First record of monkey goby, *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) in the barbell zone of the Sava River, Croatia. *Journal of Applied Ichthyology*, 27: 1383-1384.
- Piria, M., Šprem, N., Jakovlić, I., Tomljanović, T., Matulić, D., Treer, T., Aničić, I., Safner, R. (2011b). First record of round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) in the Sava River, Croatia. *Aquatic Invasions*, 6: 153-157.
- Piria, M., Povž, M., Vilizzi, L., Zanella, D., Simonović, P., Copp, G. H. (2016). Risk screening of non-native freshwater fishes in Croatia and Slovenia using the Fish Invasiveness Screening Kit. *Fisheries Management and Ecology*, 23: 21-31.
- Plachá, M., Balážová, M., Kováč, V., Katina, S. (2010). Age and growth of non-native monkey goby *Neogobius fluviatilis* (Teleostei, Gobiidae) in the River Ipel', Slovakia. *Folia Zoologica*, 59: 332-340.
- Polačik, M., Trichkova, T., Janáč, M., Vassilev, M., Jurajda, P. (2008a). The Ichthyofauna of the Shoreline Zone in the Longitudinal Profile of the Danube River, Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, 60: 77-88.
- Polačik, M., Janáč, M., Trichkova, T., Vassilev, M., Keckeis, H., Jurajda, P. (2008b). The distribution and abundance of the *Neogobius* fishes in their native range (Bulgaria) with notes on the non-native range in the Danube River. *Large Rivers*, 18: 193-208.
- Roche, K. F., Janač, M., Jurajda, P. (2013). A review of Gobiid expansion along the Danube-Rhine corridor – geopolitical change as a driver for invasion. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 411: 01.
- Sasi, H., Berber, S. (2010). Some Biological Characteristics of Monkey Goby in Anatolia. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5: 229-233.
- Simonović, P. D. (1996). Cranial osteology of the bighead goby *Neogobius kessleri* from the rivers Danube and Sava (Serbia, Yugoslavia). *Italian Journal of Zoology*, 63: 65-72.
- Simonović, P., Paunović, M., Popović, S. (2001). Morphology, Feeding, and Reproduction of the Round Goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas), in the Danube River Basin, Yugoslavia. *Journal of Great Lakes Research*, 27: 281-289.
- Sokolovska, E., Fey, D. P. (2011). Age and growth of the round goby *Neogobius melanostomus* in the Gulf of Gdansk several years after invasion. Is the Baltic Sea a new Promised Land? *Journal of Fish Biology*, 78: 1993-2009.
- Vassilev, M., Apostolou, A., Velkov, B., Dobrev, D., Zarev, V. (2012). Atlas of the gobies (Gobiidae) in Bulgaria. Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, 112 pp.

## Is von Bertalanffy model suitable for determining the growth of invasive Ponto-Caspian gobies?

### Abstract

Invasive Ponto-Caspian gobies, monkey goby *Neogobius fluviatilis*, round goby *Neogobius melanostomus* and bighead goby *Ponticola kessleri* have recently expanded their range and naturalized the Sava River basin in Croatia. Although their presence in Croatia has been noted and distribution and impact studied, age and growth have not yet been investigated. Using scales for age analysis, only first three age groups have been determined for the monkey goby (I, II, III) and first four age groups for the round and bighead goby (I, II, III, IV). The highest growth rate have been determined for the monkey goby and the lowest for the round goby. Significant difference of the back calculated mean length was observed for all three analysed species indicating the unreliability of the von Bertalanffy model. Instead, otolith annulus counting is recommended for a more precise age determination, as well as testing of other growth models.

**Key words:** monkey goby, round goby, bighead goby, age, von Bertalanffy model

## Osnovni dizajn dva održiva akvaponijska proizvodna sustava

Jurica Jug-Dujaković<sup>1</sup>, Ana Gavrilović<sup>2</sup>, Steven Van Gorder<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Sustainable Aquaculture Systems Inc., 715 Pittstown Road, Frenchtown, NJ 08825, USA*

<sup>2</sup>*Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Zagrebačka 30, 52100 Pula, Hrvatska, ana.gavrilovic@unipu.hr*

<sup>3</sup>*Fresh-Culture Systems, Inc., 630 Independent Rd., Breinigsville, PA USA*

### Sažetak

Održiva akvakultura je dinamični koncept i održivost takvih sustava će se razlikovati od vrste, lokacije, društvenih normi, znanja i tehnologije. U ovom su radu opisana dva dizajna održivih proizvodnih sustava. Prvi uključuje integraciju proizvodnje ribe u recirkulacijskom sustavu s hidroponskim sustavom u svrhu pročišćavanja otpadnih voda i profitabilnim uzgojem povrća. U drugom dizajnu dodaje se postrojenje za preradu ribe i povrća te postrojenje za proizvodnju bioplina za pretvaranje nusproizvoda od prerade povrća i ribe u gorivo, koje omgućuje proizvodnju topline i električne energije čineći cjelokupnu operaciju održivom.

**Ključne riječi:** RAS, akvaponija, bio-plin, održiva akvakultura

### Uvod

Održiva akvakultura je uzgoj vodenih organizama u komercijalne svrhe metodama i sredstvima koja imaju benigni, ako ne i pozitivan neto učinak na okoliš, doprinose razvoju lokalne zajednice, smanjuju potrošnju energije i stvaraju ekonomsku dobit. To je dinamični koncept te se održivost takvih sustava razlikuje ovisno o uzgajanoj vrsti, lokaciji, društvenim normama, znanju i tehnologiji. Još uvijek nije dogovorena univerzalna definicija održive akvakulture, a ne postoji niti prihvaćena međunarodna certifikacija.

Oblik akvakulture koji je na ovim prostorima posljednjih godina stekao popularnost naziva se recirkulacijskim sustavom (RAS). Ti sustavi recirkuliraju vodu koja se koristi u uzgojnim prostorima za ribu nakon što ona prolazi kroz komponente za pročišćavanje, tako da uz efikasan dizajn koriste 99% manje vode nego ostali akvakulturni sustavi (Jug-Dujaković i sur., 2010). Budući da se uzgoj odvija u potpuno kontroliranoj zatvorenoj sredini, ovi sustavi omogućuju postizanje maksimalne biosigurnosti. Takva tehnologija omogućava smanjenje ispuštanja otpadnih voda i smanjuje potrebu za antibioticima ili štetnim kemijskim tvarima koji se koriste u borbi protiv bolesti te spriječava mogućnost neželjenog ispuštanja uzročnika bolesti u okoliš. Osim toga, RAS manje šteti okolišu od mnogih drugih sustava, kao što su kavezne farme na otvorenom moru, zbog ograničenog zagađenja i malih zahtjeva za prostorom. RAS također može uključiti hidroponiju, ili uzgoj biljaka na bazi vodene otopine, jer biljke uspješno rastu u hranjivim otpadnim vodama iz sustava za proizvodnju ribe, ujedno ih pročišćavajući za ponovnu upotrebu ili ispuštanje u recipient (Rakocy et al., 2006.). Takvom integracijom nastaje akvaponijski proizvodni sustav. Integriranjem akvaponijskog sustava s proizvodnjom bioplina od nusproizvoda prerade povrća i ribe, kao i otpadne vode mogu biti pretvoreni u gorivo, toplinu i električnu energiju potrebnu za funkcioniranje akvakulturnog postrojenja (Jug-Dujaković i sur., 2012.; Gavrilović i sur., 2012.).

U ovom radu se opisuje dizajn dvaju održivih akvakulturnih sustava: akvaponijski sustav u kojem su integrirane proizvodnja ribe s proizvodnjom povrća i proizvodni sustav koji uz proizvodnju ribe i povrća uključuje bioplinsko postrojenje.

## Materijal i metode

Recirkulacijski dio za proizvodnju ribe, kao i hidroponijski dio bio je identičan u oba dizajna akvakulturnih sustava. Voda u bazenima za uzgoj ribe se recirkulirala, pročišćavala i filtrirala svakih 35 minuta, održavajući optimalne uvjete kvalitete tijekom cijelog proizvodnog ciklusa. Izlazna voda iz bazena za uzgoj ulazila je u mehanički filter gdje je prolazila kroz 60-mikronsko sito i zatim ulazila u rotirajuće biološke kontaktore koji osiguravaju potrebnu biofiltraciju (Van Gorder i Jug-Dujaković, 2005). Pumpa je dalje raspodjeljivala vodu u komoru za otplinjavanje ugljičnog dioksida a zatim je ona pod pritiskom ulazila u saturator kisika/ozona, odakle se pročišćena i obogaćena kisikom vraćala u tankove za ribu. Kemijska membranska pumpa održavala je pH na optimalnoj razini, uz doziranje NaOH (slika 1 i 2). Računalni telemetrijski sustavi nadzirali su električni status cijelog sustava, protok i temperaturu, a potpuno kontrolirali hranjenje, mehaničku filtraciju, pH te protok kisika i ozona. Funkcije računalne kontrole također su uključivale zvučni alarm o prekidu ili variranju protoka, razinama otopljenog kisika, pH i temperaturi.

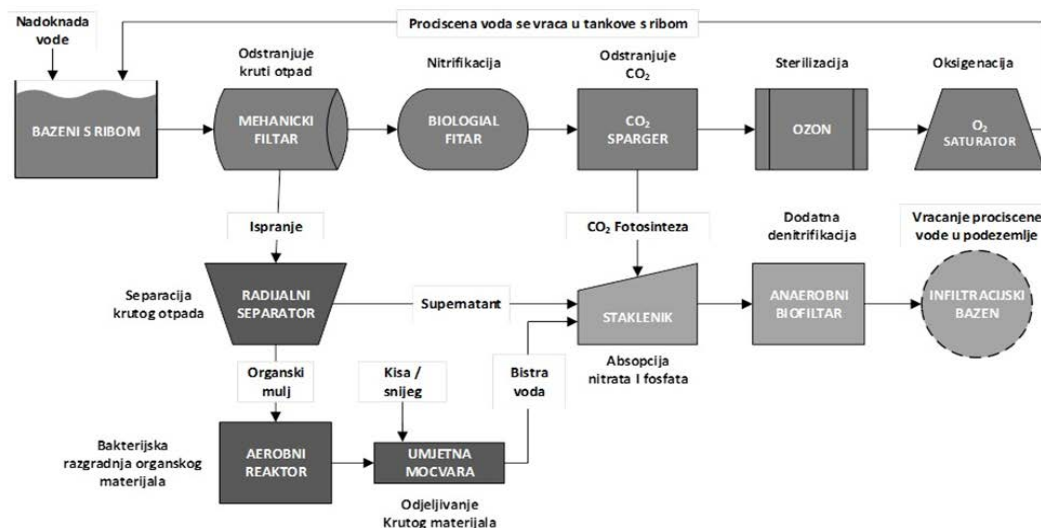
Korištenjem opisanog zatvorenog recirkulacijskog akvakulturnog sustava održavala se kvaliteta vode koja je omogućila kontinuirano uvođenje ciljane frekvencije i razine hranidbe (2-5 % mokre tjelesne težine ribe ovisno o vrsti i starosti), uz održavanje zadovoljavajuće količine neioniziranog amonijaka <0,05 mg/l, ugljičnog dioksida <20 mg /l i otopljenog kisika > 80% zasićenja. Korištenje kolone za saturaciju kisika omogućilo je 100% učinkovitosti otapanja kisika u vodi dovedenoj nazad iz jedinice za pročišćavanje do uzgojnih tankova. Intenzivna uporaba ozona pružala je niz prednosti, uključujući sterilizaciju, uklanjanje rezidualnog nitrita, održavanje visoke razine turbulencije vode i uklanjanje neugodnih mirisa. U funkciji hranidbe, za svaki kilogram dodane hrane, sustav je koristio 0,5 kg kisika i 0,06 kg ozona. Nasadna gustoća tijekom proizvodnog ciklusa, prateći rast ribe, varirala je između 45 i 60 kg/m<sup>3</sup>.

Proces uzgoja ribe u RAS-u kontinuirano generira čvrste i tekuće organske otpadne tvari. Tekući otpad uključuje nitrate (nusproizvod procesa biofiltracije) i ostali otopljeni otpad. Kruti otpad, koji se uglavnom sastoji od ribljeg izmeta i ostataka nepojedene hrane, ispirao se s mrežice mehaničkog filtra visokotlačnim raspršivačima i zatim koncentrirao. Koncentrirana otpadna voda, koja je iznosila svega 5-8% volumena cijelog uzgojnog sustava, zatim se ispuštala u sustav za pročišćavanje otpada. Sustav za pročišćavanje koristio je aerobnu stabilizaciju, umjetnu močvaru i hidroponijsku tehnologiju za purifikaciju (slika 1 i 2). U tankovima za uzgoj ribe, osim stalne automatske kontrole i mjerenja, relevantni uzgojni parametri (otopljeni kisik, temperatura, otopljeni ugljični dioksid, pH, amonijak, nitriti i nitrati) mjereni su dva puta dnevno radi kontrole ručnom multiparametarskom sondom YSI 85 i fotometrom YSI 9300. Koncentracija nutrijenata (nitrata, fosfata, amonijaka) u pročišćenoj otpadnoj vodi, na ulazu i izlazu iz hidroponskog sustava, mjerila se jednom dnevno HACH spektrofotometrom sukladno uputama proizvođača.

Dizajn broj jedan uključivao je uzgoj ribe, obradu krutog i otopljenog otpada iz akvakulturnog sustava, transport ugljičnog dioksida iz akvakulturnog postrojenja u hidroponske staklenike, obradu bistre otpadne vode s otopljenim nutrijentima u hidroponskom sustavu proizvodnjom povrća i eventualnom konačnom obradom u anaerobnom bioreaktoru prije ispuštanja u okoliš. Dizajn broj dva je uz sve uključeno u dizajn broj jedan uključio i preradu ribe i povrća i bioplinsko postrojenje za obradu otpada iz prerade.

## Rezultati i rasprava

Ograničeni volumen otpadne vode ispiran s mrežice mehaničkog filtra, transportiran je do sustava za tretiranje. Za primarno odvajanje krutog otpada upotrijebljen je radijalni vrtložni separator u kojem se taložilo oko 5 % ukupnog volumena otpadne vode, dok je supernatant (95 %) nakon separacije direktno distribuiran u staklenik. Tih izdvojenih 5 % taloga u sustavu 1 aerobno je stabilizirano kontinuiranom aeracijom kroz četiri tjedna. Ovaj proces je također eliminirao neugodne mirise. Nakon toga je stabilizirani mulj raspoređen na površinu umjetne močvare ili “reed bed”-a (slika 1).



Slika 1. Dizajn održivog akvaponijskog sustava broj 1

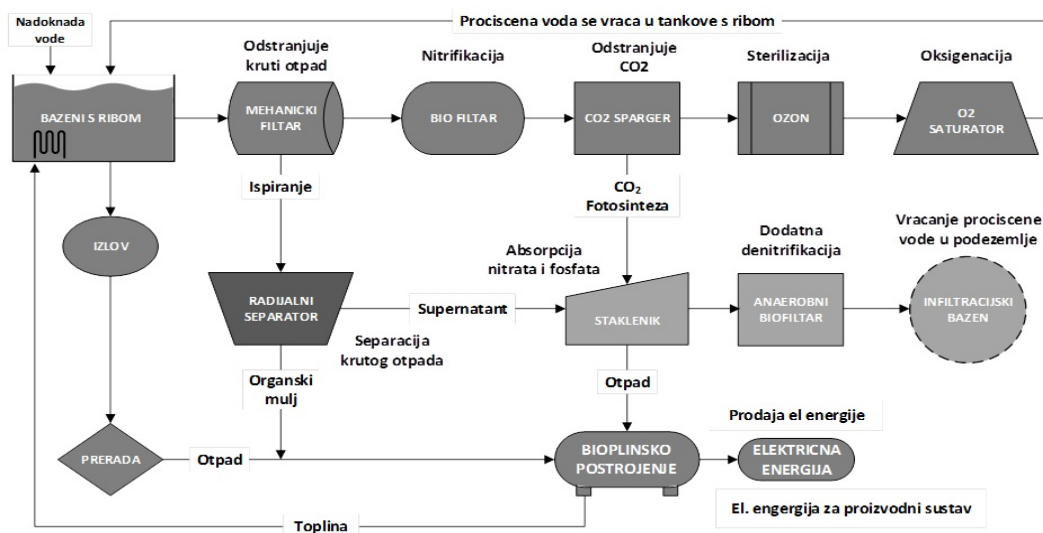
Umjetna močvara bila je konstruirana kao betonski bazen sa slojevima šljunka i pijeska i zasadenom trskom (*Phragmites* sp.). Kruti materijal iz mulja ostajao je na površini umjetne močvare, a voda je prolazila kroz slojeve šljunka i pijeska i sakupljala se na dnu, bistra ali bogata otopljenim nutrientima. Zajedno sa supernatantom iz separatora, odnosno s preostalih 95 % iz RAS-a izdvojene otpadne vode, odvođena je u hidroponski staklenik gdje je lagano protjecala tankovima dugim 10 i širokim 1m. U tankovima su plutale ploče od stiropora s okruglim otvorima za korijenje lisnatog povrća i lisnatih začina. Absorbirajući nutrijente potrebne za svoj rast biljke su ujedno pročišćavale vodu. Ulazna i izlazna koncentracija nutrijenata, odnosno efikasnost hidroponskog pročišćavanja otpadne vode prikazana je na tablici 1 (Gavrilović i sur., 2017).

Tablica 1. Ulazne i izlazne vrijednosti osnovnih parametara pročišćavanja otpadne vode u hidroponskom sustavu

Nutrienti	Ulaz u hidroponski sustav	Izlaz iz hidroponskog sustava
N - NO <sub>3</sub>	135 - 192 mg/l	1,84 - 14,8 mg/l
N - NO <sub>2</sub>	0,64 - 1,25 mg/l	0,20 - 2,03 mg/l
N - NH <sub>4</sub>	1,20 - 4,98 mg/l	0,08 - 0,35 mg/l
P - PO <sub>4</sub>	4,62 - 14,3 mg/l	0,09 - 1,62 mg/l

Efikasnost pročišćavanja hidroponske komponente izražena kao količina nutrienata po metru kvadratnom površine hidroponskih bazena dnevno iznosila je: 0,14 g ukupnog N-NH<sub>4</sub>, 0,24 g N-NO<sub>2</sub>, 0,6 g N-NO<sub>3</sub> i 0,15 g P-PO<sub>4</sub>. Rezultati su u skladu s nalazima Gloger i sur. (1995) i Rakocy i sur. (2006), ako se uzme u obzir da se kod njih radilo o balansiranom

akvaponijskom sustavu gdje je hidroponska komponenta bila uključena u RAS i služila mu kao biofiltrar. Čista voda na izlazu iz hidroponskog sustava sterilizirala se ozonom i ponovno koristila u objektu ili ispuštala u recipijent s pomoću infiltracijskog bazena. Konačno, krute tvari su akumulirane na površini umjetne močvare, uklanjane svake godine i koristile kao prirodno gnojivo. Dizajn održivog akvaponijskog proizvodnog sustava 2 kao osnovu uključuje zatvoreni reciklacijski sustav za proizvodnju ribe istih karakteristika kao i sustav broj 1. Pet do osam posto ukupnog volumena dnevno uklanjano je iz sustava ispiranjem mehaničkog filtera. Krute čestice (ostatci nepojedene hrane i riblje fekalije) odvajani su pomoću radialnog vrtložnog separatora, kao i u sustavu 1, ali je tih 5 % odlazilo direktno u hidrolizator bioplinskog postrojenja, a ne na površinu umjetne močvare koja nije bila dio ovog sustava. Supernatant je kao i u sustavu 1 odlazio direktno u hidroponijske staklanike u isti sustav za proizvodnju povrća (i istovremeno pročišćavanje ulazne vode). Hidroponijski dio je pokazao istu efikasnost pročišćavanja izraženu kao količina nutrienata po metru kvadratnom površine hidroponskih bazena dnevno kao i sustav 1. U dizajn sustava 2 uključeni su pogon za preradu (filetiranje) ribe i pogon za čišćenje povrća. Otpadci od filetiranja odlaze direktno u bioplinsko postrojenje kao i korijenje i nejestivi dijelovi povrća i začinskih biljaka. Postrojenje u procesu proizvodnje bioplina otpušta toplinu koja se u ovom dizajnu koristi za grijanje vode u tankovima za proizvodnju ribe i po potrebi za grijanje staklenika. Tako se toplina, koja kod konvencionalne proizvodnje bioplina biva otpuštena u atmosferu i predstavlja termopoluciju, u ovom slučaju uključuje u sustav povećavajući njegovu održivost. Električna energija proizvedena od bioplina koristi se u oba proizvodna prostora: kao pogonska energija i energija za rasvjetu. Ugljični dioksid proizveden u tankovima za uzgoj ribe ne otpušta se u atmosferu, već koristi u hidroponskim staklenicima kao promotor rasta biljaka, kao i u prvom dizajnu (slika 1 i 2). Sustav koristi seriju prirodnih procesa u biološkoj proizvodnji, nema negativnog utjecaja na okoliš, smanjuje potrošnju energije, smanjuje krajnju proizvodnu cijenu ribe i povrća, predstavljajući primjer održivog akvaponijskog sustava.



Slika 2. Dizajn održivog akvaponijskog sustava broj 2

## Zaključak

Strogi standardi utjecaja na okoliš imaju sve veći utjecaj na akvakulturu. Zatvoreni reciklacijski sustavi generiraju vrlo koncentriranu količinu otpada, pri čemu se u njegovom zbrinjavanju mogu primjeniti različite tehnologije koje proizvodne sustave mogu učiniti

održivim. Na ovaj način također je zbrinuta toplinska energija nastala pri proizvodnji bioplina, što je jedan od problema brojnih bioplinskih postrojenja s obzirom na strategiju prilagodbe klimatskim promjenama. Budući da se stvarni troškovi uzgoja ribe tradicionalnim metodama povećavaju, efikasno dizajnirani zatvoreni sustavi recirkulacije integrirani s učinkovitim hidroponskim sustavom mogli bi postati jedan od ekološki najčišćih i ekonomski najprihvatljivijih metoda akvakulture.

## Literatura

- Gavrilović A., Jug Dujaković J., Van Gorder S. (2012). Bioplin – način gospodarski isplativog zbrinjavanja ribljeg otpada. Zbornik sažetaka Šestog međunarodnog savjetovanja o slatkovodnom ribarstvu Hrvatske, Vukovar, 19-20. travnja 2012, 92. Vukovar, Hrvatska: HGK.
- Gavrilović A., Van Gorder S., and Jug-Dujaković J. (2017). Design and performance of an aquaponic production facility integrating close recirculation fish production system with hydroponic raft system. Proceedings of the European Aquaculture Conference, Dubrovnik, October, 17th- 20th 2017, 422-423. Dubrovnik, Croatia: EAS.
- Gloger K. C., Rakocy J. E., Cotner J. B., Bailey D. S., Cole W. M., Shultz K. A. (1995). Waste treatment capacity of raft hydroponics in a closed recirculating fish culture system. Proceedings of the Aquaculture '95 Conference, San Diego, CA, 126-127. San Diego, CA, USA: World Aquaculture Society.
- Jug Dujaković J., Gavrilović A., Van Gorder S. (2012). Integracija akvaponijskog uzgoja povrća s pročišćavanjem otpadnih voda ribljih farmi. Zbornik sažetaka Šestog međunarodnog savjetovanja o slatkovodnom ribarstvu Hrvatske, Vukovar, 19-20. travnja 2012, 93. Vukovar, Hrvatska: Hrvatska gospodarska komora.
- Jug-Dujaković J., Gavrilović A., Skaramuca B., Van Gorder S. (2010). Design criteria and performance of an intensive closed recirculating aquaculture system. Proceedings of the European Aquaculture Conference, Porto, October, 5th-8th 2010, 627-628. Porto, Portugal: European Aquaculture Society.
- Rakocy J. E., Masser M. P., Losordo T. M. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics—integrating fish and plant culture. SRAC Publication no. 454, 16. Stoneville, MS, USA: Southern Regional Aquaculture Center.
- Van Gorder S. D., Jug-Dujaković J. (2005). Performance characteristics of rotating biological contactors within two commercial recirculating aquaculture systems. *International Journal of Recirculating Aquaculture* 6: 23-38.

## Basic design of two sustainable aquaponic production systems

### Abstract

Sustainable aquaculture is a dynamic concept and the sustainability of an aquaculture system will vary with species, location, social norms and the state of knowledge and technology. Two designs of sustainable production systems are described in this article. First, that integrates recirculating aquaculture production with hydroponic facility in order to treat and purify the wastewater, and simultaneously create a secondary profit center by growing vegetables. Second adds the processing facility for fish and vegetables and production of biogas to convert vegetables and fish by-products as well as wastewater into reusable fuel, providing electricity for aquaculture operation and making the whole operation more sustainable.

**Key words:** RAS, aquaponics, bio-gas, sustainable aquaculture

## Promjena kemijskih pokazatelja svježine lubina, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758), pri različitim uvjetima pripreme i skladištenja

Ivana Konjevod<sup>1</sup>, Ana Gavrilović<sup>2</sup>, Ana Ljubičić<sup>3</sup>, Marina Brailo<sup>4</sup>, Stjepan Orhanović<sup>5</sup>, Jurica Jug-Dujaković<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode DNŽ, Branitelja Dubrovnika 41, 20000 Dubrovnik, Hrvatska

<sup>2</sup>Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Zagrebačka 30, 52100 Pula, Hrvatska, ana.gavrilovic@unipu.hr

<sup>3</sup>Samostalni istraživač, Dr. Ante Sugje 2, 20000 Dubrovnik, Hrvatska

<sup>4</sup>Sveučilište u Dubrovniku, Ćira Carića 4, 20000 Dubrovnik, Hrvatska

<sup>5</sup>Prirodoslovno-matematički fakultet, Ruđera Boškovića 33, 21000 Split

<sup>6</sup>Sustainable Aquaculture Systems Inc., 715 Pittstown Road, Frenchtown, NJ 08825, USA

### Sažetak

Osnovni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi promjene kemijskih parametara svježine (histamina, trimetilamina i dimetilamina) lubina *Dicentrarchus labrax* tijekom skladištenja na različitim temperaturama ( $4\pm 1^\circ\text{C}$  i  $12\pm 1^\circ\text{C}$ ). Pored toga, uspoređena je učinkovitost polusatnog tretmana ribe kupkom s 0,9% NaCl u odnosu na klasično pakiranje ribe u podloške direktno s leda. Također je uspoređen i učinak dvije najčešće korištene vrste stiropornih podložaka na kemijske pokazatelje svježine ribe.

**Ključne riječi:** histamin, trimetilamin, dimetilamin, svježina mesa ribe, *Dicentrarchus labrax*

### Uvod

Meso ribe se, u usporedbi s mesom kopnenih kralješnjaka, brže kvari zbog svog kemijskog sastava, rastresite strukture mesa, povećane količine vode u mišićnom tkivu i povoljnog pH koji pogoduje razvitku proteolitičkih bakterija (Rodriguez – Jerez i sur., 2000). Tijekom autolitičke i bakterijske faze postmortalnih promjena nastaju histamin i drugi biogeni amini, dimetilamin (DMA), trimetilamin (TMA), ukupni hlapljivi dušikovi spojevi, sumporne komponente, aldehidi, ketoni, esteri itd. Pored zakonski obvezne kontrole histamina čija povećana koncentracija može uzrokovati trovanje ljudi, najčešće korištene kemijske metode za određivanje svježine mesa ribe su mjerenje koncentracije TMA, DMA te određivanje ukupnih hlapljivih bazičnih amina (Rodriguez – Jerez i sur., 2000; Parlapani i sur., 2015; Etienne, 2006). Koncentracija navedenih parametara značajno ovisi o vrsti ribe, inicijalnom broju mikroorganizama, naknadnoj kontaminaciji tijekom pripreme i distribucije, temperaturnom režimu nakon izlova, postupanju s ribom pri izlovu, načinu pripreme i ambalažiranju proizvoda (Huss i sur., 2004; Parlapani i sur., 2015).

Cilj ovog rada bio je ispitati utjecaj najčešće korištenih vrsta podložaka, načina pripreme ribe za pakiranje te nepravilnog temperaturnog režima skladištenja na visinu koncentracije TMA, DMA i histamina u mesu lubina *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758).

### Materijal i metode

Uzorci lubina prikupljeni su pri komercijalnom izlovu na farmi „Riba Mljet“, u Sobri na otoku Mljetu. Riba je neposredno nakon izlova otpremljena u sortirnicu, sortirana te podijeljena u četiri skupine od po 30 riba koje su do daljnje obrade držane na ledu. Prve dvije skupine su tretirane polusatnom kupkom 0,9%-tne otopine NaCl te je potom prva skupina (T1) upakovana u samoupijajuće stiroporne podloške (tip SF 15/45 LPA plavi), a druga (T2)



u standardne stiroporne podloške (tip 166PS, bijeli) s upijačima. Preostale dvije kontrolne skupine (T3 i T4) su upakirane direktno s leda u samoupijajuće stiroporne podloške. Svi podlošci su potom omotani prijanjajućom folijom za održavanje svježine i označeni. Skupine T1, T2 i T3 skladištene su dvanaest dana u hladnjaku na temperaturi od  $4\pm 1$  °C, skupina T4 skladištena je na  $12\pm 1$  °C. Tijekom skladištenja, u razdoblju 7-17.9. 2015. godine, obavljeno je pet uzorkovanja. Pri svakom uzorkovanju iz svake skupine su uzeta po dva uzorka s dorzalnog dijela dugog postranog mišića za analizu mesa na histamin, DMA i TMA.

Mjerenje histamina obavljeno je prema metodi koju su opisali Patange i sur. (2005). Koncentracija DMA mjerena je prema metodi Dowden (1938) prilagođenoj za meso ribe, dok je TMA analiziran metodom prilagođenom za spektrofotometrijsku analizu ribljeg mesa kombinacijom protokola prema Dyer (1945) i Shen (1988). Sve analize obavljene su u duplikatu te su potom izračunate srednje vrijednosti.

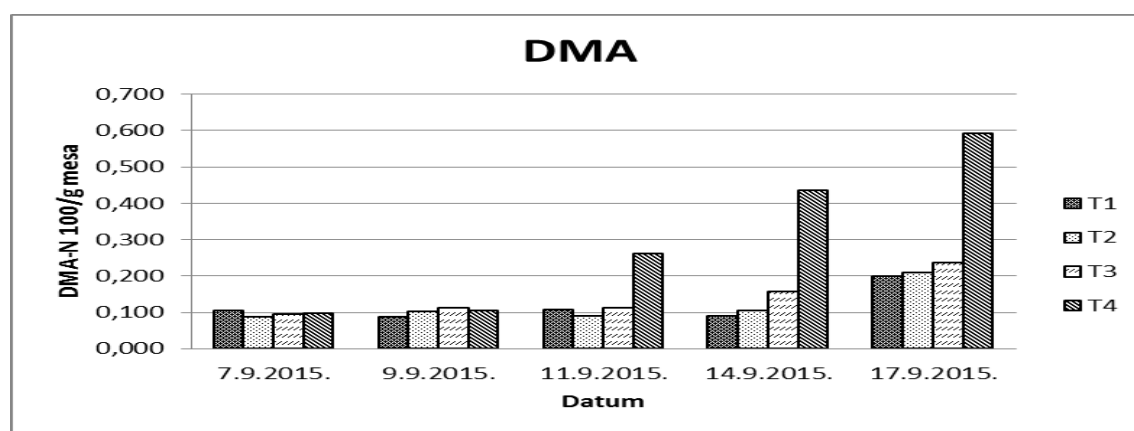
## Rezultati i rasprava

Pregledom rezultata ovog istraživanja utvrđene su manje promjene mjerenih kemijskih parametara svježine konfekcioniranog lubina pri hladnom skladištenju na konstantnoj temperaturi  $4\pm 1$  °C, te izraženije promjene pri skladištenju na temperaturi od  $12\pm 1$  °C (Grafikoni 1 – 3). Koncentracija histamina je u uzorcima S1, S2 i S3 tijekom svih dvanaest dana istraživanja ostala ispod detekcijskog limita metode (1mg/100g mesa), s izuzetkom posljednjeg dana kod skupine S3 (1,2 mg/100g mesa). U skupini S4 koncentracija ovog parametra povećavala se postupno do posljednjeg dana skladištenja (9,01 mg/100g mesa) (Grafikon 1). Sukladno Pravilniku o mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN 74/2008), izmjerene vrijednosti za sve četiri skupine nisu prelazile maksimalno dopuštene (srednja vrijednost 200 mg/kg, što odgovara 20 mg/100 g mesa). Međutim, prema Huss i sur. (2004) razina histamina ispod 5 mg/100 g mesa znači da je proizvod siguran za konzumaciju te proizlazi da je riba skupine T4 od devetog dana nesigurna za ljudsku konzumaciju. Veća razina histamina u uzorcima skladištenim na  $12\pm 1$  °C može se objasniti povećanjem broja mezofilnih bakterija koje sadrže enzim histidin dekarboksilaza pomoću kojeg pretvaraju histidin u histamin, iako je njihovo povećanje još uvijek značajno niže od vrijednosti koje se javljaju pri nepoštivanju temperaturnog režima pri visokim temperaturama nakon izlova te onih zabilježenih kod skombroidne ribe. Huss i sur. (2004) navode da koncentracija histamina, ukoliko ne dođe do naknadne kontaminacije, u prvom redu ovisi o inicijalnom broju bakterija te brzom hlađenju ribe neposredno nakon izlova. Iz navedenog proizlazi da je poštivanjem temperaturnog režima tijekom ovog istraživanja niska temperatura neposredno nakon izlova onemogućila porast inicijalnog broja bakterija te je količina enzima dekarboksilaze ostala relativno niska tijekom cijelog razdoblja skladištenja.



Grafikon 1. Promjena koncentracije histamina u uzorcima lubina skladištenim na 12 °C tijekom dvanaest dana

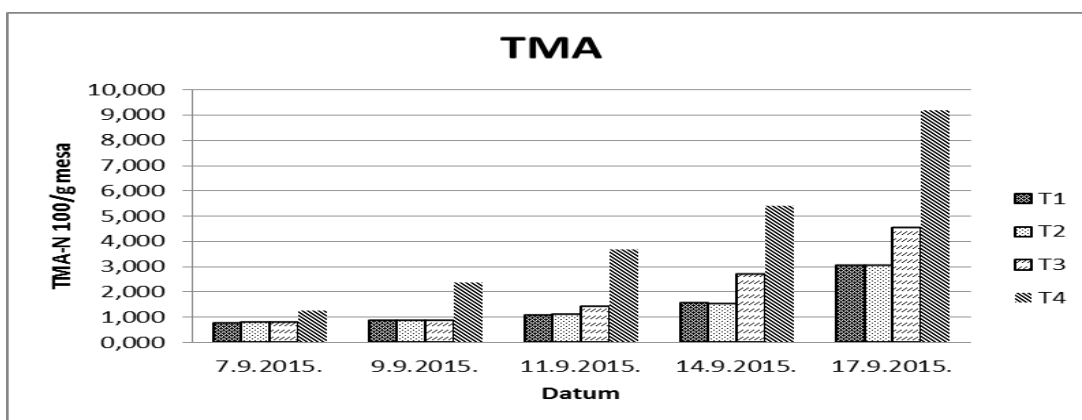
Koncentracija DMA u uzorcima skladištenim na temperaturi  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  bila je niža u usporedbi s uzorcima skladištenim na  $12\pm 1^{\circ}\text{C}$  (Grafikon 2). Zadnji dan skladištenja prosječna vrijednost kod hladno skladištenih uzoraka nije prelazila 0,2 mg DMA-N/100g mesa, dok je kod uzoraka na temperaturi  $12\pm 1^{\circ}\text{C}$  vrijednost iznosila 0,5925 mg DMA-N/100g mesa. Prema Etienne (2005) DMA je kod svježe ulovljene ribe prisutan u koncentracijama između 0,1-0,4 mg DMA-N/100g, što odgovara rezultatima ovog istraživanja te indicira dobru kvalitetu ribe. Etienne (2005) navodi i kako se kod riba koje sadrže enzim trimetilamin oksidazu koncentracija DMA-N povećava polako i kontinuirano tijekom prvog tjedna skladištenja na ledu, sve do 1mg DMA-N/100g mesa. Kod naših uzoraka vrijednost nije dosegla tu vrijednost tijekom dvanaest dana skladištenja niti kod skupine T4. Za pretpostaviti je da lubin spada u skupinu riba koje ne sadrži enzim TMA-oksidazu. Za sada je poznato da ovaj enzim posjeduju vrste iz porodice Gadidae, poput bakalara (*Gadus morhua*), kolje (*Melanogrammus aeglefinus*) i mola (*Merlangius merlangus*) (Boziaris, 2014).



Grafikon 2. Koncentracija DMA u četiri skupine uzoraka: riba tretirana kupkom upakirana u samoupijajuće podloške, skladištena na  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; T2 - riba tretirana kupkom upakirana u standardne stiroporne podloške s upijačima, skladištena na  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; T3 – riba upakirane direktno s leda u samoupijajuće stiroporne podloške, skladištena na  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; T4 – riba upakirane direktno s leda u samoupijajuće stiroporne podloške, skladištena na  $12\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Najviša koncentracija TMA hladno skladištenih uzoraka iznosila je 4,557 mg TMA-N/100g mesa dvanaestog dana, dok je kod skupine T4 istovremeno izmjereno 9,579 mg TMA-N/100g mesa (Grafikon 3). Parlapani i sur. (2015) su mjerili razinu TMA kod očišćenog cijelog lubina pakiranog u običnoj i modificiranoj atmosferi i skladištenog na temperaturi od  $2^{\circ}\text{C}$ . Nihovi su rezultati za obje vrste pakiranja lubina pokazali vrijednosti TMA koje su se lagano povećavale do sedmog dana skladištenja kada su iznosile 2,7 mg/100g mesa. Autori navode kako su inicijalne TMA-N vrijednosti kod lubina u rasponu između 0 i 2 mg TMA-N/100g, što odgovara rezultatima ovog istraživanja do devetog dana skladištenja, iako je bilo realno očekivati veće vrijednosti s obzirom da su prethodno navedeni autori eviscerirali ribu i skladištili ju na  $2^{\circ}\text{C}$ . Prema Boziarisu (2014) kod ribe skladištene na ledu koncentracija TMA pokazuje kontinuirani rast od desetog dana pa sve do faze kada je riba u potpunosti pokvarena. Kyrana i Lougovois (2001) su kod lubina skladištenog bez glave, na temperaturi od  $0-4^{\circ}\text{C}$  u periodu od 22 dana, utvrdili maksimalnu koncentraciju od 1,25 mg TMA-N/100g mesa na kraju skladištenja. Nizak udio TMA-N objašnjen je sastavom mikroorganizama i niskim pH vrijednostima. U ovom radu su dobivene veće vrijednosti TMA pri sličnoj temperaturi skladištenja, što se može objasniti i razlikom u pripremi lubina za skladištenje i analizu (obezglavljeni vs. cijeli). Lubin kojem je odstranjena glava imat će manje

koncentracije TMA jer se mikroorganizmi koji pretvaraju TMA oksid u TMA nalaze najviše na području glave i crijeva (Aubourg, 2001). Uz navedeno, moguće je da na ove male razlike u utvrđenim vrijednostima može utjecati i primijenjena metoda analize.



Grafikon 3. Koncentracija TMA u četiri skupine uzoraka: riba tretirana kupkom upakirana u samoupijajuće podloške, skladištena na  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; T2 - riba tretirana kupkom upakirana u standardne stiroporne podloške s upijačima, skladištena na  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; T3 – riba upakirane direktno s leda u samoupijajuće stiroporne podloške, skladištena na  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; T4 – riba upakirane direktno s leda u samoupijajuće stiroporne podloške, skladištena na  $12\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Usporedba sva tri mjerena parametra između skupina T1 i T3 pokazuje da je prethodno tretiranje svježije ribe kupkom u otopini 0,9% NaCl-a učinkovitije od direktnog pakiranja ribe s leda za TMA i nešto manje za histamin. Rezultati mjerenih parametara kod skupina T1 i T2 pokazuju da dvije najčešće rabljene vrste podložaka imaju podjednaku učinkovitost za očuvanje svježine ribe.

## Zaključak

Za očuvanje svježine ribe izuzetno je važno poštivanje hladnog režima od samog izlova do krajnjeg potrošača. Pored toga, tretman lubina polusatnom kupkom 0,9%-tne otopine NaCl pokazao se učinkovitim za usporavanje stvaranja TMA, čija je povišena koncentracija jedan od glavnih uzroka neugodnog mirisa. Mjerene koncentracije histamina, DMA i TMA, ukazuju na podjednaku efikasnost dvije najčešće primjenjivane vrste podložaka, samoupijajući i klasični podlošci s upijačima, na očuvanje svježine ribe.

## Literatura

- Aubourg S. P. (2001). Damage detection in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) during chilled storage. *Journal of the American oil chemists' society* 78 (8): 857-862.
- Boziaris I. S. (2014). *Seafood Processing – Technology, quality and safety*. Institute of Food Science and Technology, 508. Hoboken, New Jersey, SAD: Wiley-Blackwell.
- Dowden H. C. (1938). The determination of small amounts of dimethylamine in biological fluids. *Biochem. J.* 32: 455–459.
- Dyer W. J. (1945). Amines in Fish Muscle I. Colorimetric Determination of Trimethylamine as the Picrate Salt. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 6(5): 351-358.
- Etienne M. (2006). Methodology for histamine and biogenic amines analysis. *Seafoodplus Traceability. Project report 6.3. ARCHIMER, IFREMAR, France.*
- Etienne M. (2005). Volatile amines as criteria for chemical quality assessment. *Seafoodplus Traceability. Project report 6.3. ARCHIMER, IFREMAR. France.*

- Huss H. H., Gram L., Ababouch L. (2004). Assessment and management of seafood safety and quality. Food and Agriculture organization of the United Nations, FAO Fisheries Technical Paper.No. 444, 230. Rome, Italy: FAO.
- Kyranas V. R., Lougovois, V. (2002). Sensory, chemical and microbiological assessment of farm-raised European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in melting ice. International journal of food science and technology 37: 319-328.
- NN 74/2008. Pravilnik o mikrobiološkim kriterijima za hranu.
- Parlapani F. F., Haroutounian A. S., Nychas G. J. E., Bozaris I. S. (2015). Microbiological spoilage and volatiles production of gutted European sea bass stored under air and commercial modified atmosphere package at 2°C. Food Microbiology 50: 44-53.
- Patange S. B., Mukundan M. K., Ashok Kumar K. (2005). A simple and rapid method for colometric determination of histamine in fish flesh. Food control 16 (5): 465-472.
- Rodríguez-Jérez J. J., Hernández-Herrero M. M., Roig-Sagués A. X. (2000). New methods to determine fish freshness in research and industry. Ciheam. Options Méditerranéennes 51: 63-69.
- Shen M. (1988). Spectrophotometric determination of trimethylamine nitrogen in raw waters using picric acid. The Analyst 113: 1139-1140.

## **Changes in chemical indicators of freshness of mediterranean sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) under different conditions of preparation and storage**

### **Abstract**

The objective of this study was to determine changes to the chemical parameters of freshness (histamine, trimethylamine and dimethylamine) in mediterranean sea bass, *Dicentrarchus labrax*, during cold storage at different temperatures ( $4\pm 1$  °C and  $12\pm 1$  °C). In addition, this study also investigated the influence of two different treatments applied before packaging: half-hour bath treatment in 0,9% NaCl solution and conventional packaging of fish directly from ice. The effects of two most commonly used types of styrofoam pads had on fish freshness were also compared.

**Key words:** histamine, trimethylamine, dimethylamine, *Dicentrarchus labrax*, fish freshness

## Biometrijske karakteristike šljuke, *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

Matea Martinović<sup>1</sup>, Frana Bašica<sup>2</sup>, Tatjana Dobroslavčić<sup>2</sup>, Jadranka Sulić Šprem<sup>1</sup>, Vlasta Bartulović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prirodoslovni muzej Dubrovnik, Androvićeva 1, Dubrovnik, Hrvatska  
(mateamartinovic15@gmail.com)

<sup>2</sup>Sveučilište u Dubrovniku, Odjel za akvakulturu, Ćira Carića 4, Dubrovnik, Hrvatska

### Sažetak

Cilj ovog istraživanja je utvrditi morfometrijske i merističke karakteristike populacije šljuke, *Macroramphosus scolopax* na području južnog Jadrana. Ukupno je analizirano 350 jedinki (208 ženki i 142 mužjaka) ulovljenih na dubinama od 300 do 400 m. Raspon ukupnih duljina tijela kretao se 8,22 - 15,44 cm te ukupnih masa tijela 3,45 - 20,77 g. Ženke su imale značajno veću masu i ukupnu duljinu od mužjaka. Za morfometrijsku analizu populacije obrađeno je ukupno 19 odnosa, a statistički značajna razlika među spolovima utvrđena je za 8 odnosa. Za ukupno 8 obrađenih merističkih osobina, statistički značajnih razlika među spolovima nije bilo.

**Ključne riječi:** *Macroramphosus scolopax*, šljuka, južni Jadran, morfometrija, meristika

### Uvod

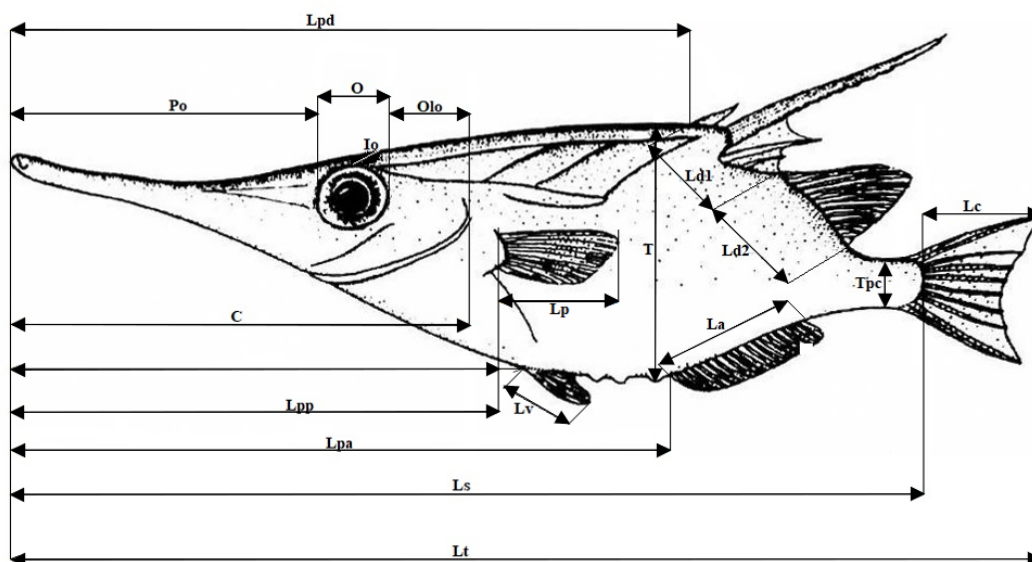
Šljuka, *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758) jedini je pripadnik porodice Centriscidae u Jadranu (Jardas, 1996). Široko je rasprostranjena u Atlantskom, Tihom, Indijskom oceanu te Sredozemnom moru, uglavnom na umjerenim geografskim širinama od 20° do 40° (Ehrich, 1986). Živi iznad muljevitog dna, na dubinama od 25 do 600 m (Fritzsche, 2002) i zadržava se u plovama. Mrijesti se zimi, a juvenilni primjerci su epipelagični (Schneider, 1990). Hrani se uglavnom kopepodnim rakovima i sitnim beskraljčnjacima dna (Jardas, 1996). Dostiže maksimalnu starost od 6 godina, dužinu do 22,8 cm te masu do 67 g (Borges, 2000; 2001). Šljuka nema gospodarski značaj (Jardas, 1996). Uglavnom je sastavni dio kočarskog prilova. Međutim, svakako je važna komponenta u morskom ekosustavu. Sastavni je dio prehrane gofova, *Seriola rivoliana* (Barreiros i sur., 2003); kovača, *Zeus faber* (Silva, 1999); običnih dupina, *Delphinus delphis* (Silva, 1999), oslića, *Merluccius merluccius* (Cabral i Murta, 2002), a šljukom se hrani i morska ptica kaukal, *Calonectris diomedea* (Granadeiro i sur., 1998).

### Materijal i metode

Uzorkovanje je obavljeno u suradnji s lokalnim ribarima tijekom 2011. godine. Jedinke šljuke prikupljene su u južnom Jadranu, pridnenom povlačnom mrežom – kočom na dubinama od 300 do 400 m. Ukupno je analizirano 350 jedinki.

Masa tijela jedinki mjerena je uz pomoć tehničke vage marke KERN s preciznošću od 0,01 g. Spol jedinki utvrđen je na temelju oblika, izgleda i strukture gonada. Uz pomoć ihtiometa s preciznošću od 0,1 mm mjereno je ukupno 19 morfometrijskih karakteristika (Slika 1): ukupna duljina tijela (*Lt*), standardna duljina tijela (*Ls*), duljina glave (*C*), predleđna udaljenost (*Lpd*), predpodrepna udaljenost (*Lpa*), predprsna udaljenost (*Lpp*), predtrbušna udaljenost (*Lpv*), duljina osnovice prve leđne peraje (*Ld1*), duljina osnovice druge leđne peraje (*Ld2*), duljina osnovice podrepne peraje (*La*), duljine prsnih peraja (*Lp*), duljine

trbušnih peraja ( $L_v$ ); duljina repne peraje ( $L_c$ ), najveća visina tijela ( $T$ ), najmanja visina tijela ( $T_{pc}$ ), promjer oka ( $O$ ), širina međuočnog prostora ( $I_o$ ), predočna udaljenost ( $P_o$ ) i zaočna udaljenost ( $O_l_o$ ). Temeljem dobivenih rezultata mjerenja izračunati su sljedeći odnosi:  $L_s$ ,  $C$ ,  $L_{pd}$ ,  $L_{pa}$ ,  $L_{pp}$ ,  $L_{pv}$ ,  $L_{d1}$ ,  $L_{d2}$ ,  $L_a$ ,  $L_p$ ,  $L_v$ ,  $L_c$ ,  $T$  i  $T_{pc}$  u odnosu na ukupnu dužinu tijela ( $L_t$ );  $O$ ,  $I_o$ ,  $P_o$  i  $O_l_o$  u odnosu na dužinu glave ( $C$ ) te odnos najmanje i najveće visine tijela  $T_{pc}/T$ .



Slika 1. Prikaz mjerenih morfometrijskih karakteristika šljuke, *M. scolopax*:  $L_t$  = ukupna duljina tijela,  $L_s$  = standardna duljina tijela,  $C$  = duljina glave,  $L_{pd}$  = predleđna udaljenost,  $L_{pa}$  = predpodrepna udaljenost,  $L_{pp}$  = predprsna udaljenost,  $L_{pv}$  = predtrbušna udaljenost,  $L_{d1}$  = duljina osnovice prve leđne peraje,  $L_{d2}$  = duljina osnovice druge leđne peraje,  $L_a$  = duljina osnovice podrepne peraje,  $L_p$  = duljine prsnih peraja,  $L_v$  = duljine trbušnih peraja,  $L_c$  = duljina repne peraje,  $T$  = najveća visina tijela,  $T_{pc}$  = najmanja visina tijela,  $O$  = promjer oka,  $I_o$  = širina međuočnog prostora,  $P_o$  = predočna udaljenost,  $O_l_o$  = zaočna udaljenost (izvor fotografije: Jardas, 1996).

Za merističku analizu populacije, ukupno je obrađeno 8 karakteristika: broj tvrdih šipčica prve leđne peraje ( $D_1$ ), broj tvrdih i mekih šipčica druge leđne peraje ( $D_2$ ); broj mekih šipčica podrepne peraje ( $A$ ), broj mekih šipčica prsnih peraja ( $P$ ), broj tvrdih i mekih šipčica trbušnih peraja ( $V$ ), broj mekih šipčica repne peraje ( $C$ ), broj trupnih i repnih kralješaka ( $Vert.$ ) te broj škržnih nastavaka ( $Brsp.$ ) prvog lijevog škržnog luka.

Od statističkih metoda za obradu brojčanih podataka koristile su se mjere standardne devijacije, aritmetičke sredine i varijabilnosti. Za utvrđivanje statistički značajnih razlika između dvije aritmetičke sredine korištene su vrijednosti  $t$  testa, a postavljena statistička značajnost iznosila je  $p = 0,05$ .

## Rezultati i rasprava

Ukupna duljina ženki kretala se u rasponu od 8,61 do 15,44 cm, s prosječnom vrijednošću od  $11,65 \pm 1,24$  cm. Ukupna dužina mužjaka iznosila je 8,22 - 14,22 cm, s prosječnom vrijednošću od  $11,33 \pm 1,22$  cm. Ukupna masa tijela ženki iznosila je 4,65 - 20,77 g, s prosječnom vrijednošću od  $9,91 \pm 2,94$  g. Raspon ukupnih masa tijela mužjaka kretao se od 3,45 g do 16,7 g, a prosječna vrijednost iznosila je  $8,83 \pm 2,69$  g. Analizom rezultata ukupne duljine te ukupne mase tijela, utvrđena je statistički značajna razlika među spolovima. Ženke šljuke bile su veće i teže od mužjaka. Za morfometrijsku analizu populacije obrađeno je

ukupno 19 odnosa (Tablica 1), a statistički značajna razlika među spolovima utvrđena je za predpodrepu udaljenost, duljinu osnovice druge leđne peraje, duljinu osnovice podrepne peraje, duljine prsnih peraja i najmanju visinu tijela u odnosu na ukupnu duljinu; promjer oka i predočnu udaljenost u odnosu na duljinu glave te za odnos najmanje i najveće visine tijela. Na sjevernoj obali Tunisa, Benmessaud i sur. (2013) analizirali su 14 morfometrijskih karakteristika šljuke, a statistički značajne razlike među spolovima utvrdili su za predočnu udaljenost, promjer oka i zaočnu udaljenost u odnosu na duljinu glave. Zorica i Vrgoč (2005) analizirali su 18 morfometrijskih karakteristika šljuke u Jadranu, a statistički značajnu razliku utvrdili su samo za zaočnu udaljenost u odnosu na duljinu glave. Razlog tome vjerojatno je mali broj analiziranih jedinki.

Tablica 1. Morfometrijski odnosi (%) kod ženki, mužjaka i u ukupnom uzorku šljuke, *Macroramphosus scolopax* u južnom Jadranu

Odnos	Spol	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	CV (%)
Ls/Lt	Ž	85,30 - 96,55	89,13 ± 1,34	0,57	1,50
	M	82,73 - 92,36	89,05 ± 1,37		1,54
C/Lt	Ž	38,55 - 47,29	42,21 ± 1,51	0,78	3,57
	M	39,09 - 46,93	42,33 ± 1,35		3,18
Lpd/Lt	Ž	56,52 - 73,89	65,88 ± 3,12	1,71	4,74
	M	54,78 - 77,72	66,51 ± 3,53		5,31
Lpa/Lt	Ž	60,64 - 74,31	65,71 ± 2,19	2,95*	3,33
	M	58,00 - 75,34	65,02 ± 2,14		3,29
Lpp/Lt	Ž	41,32 - 50,04	45,35 ± 1,57	1,40	3,47
	M	42,35 - 49,53	45,57 ± 1,30		2,85
Lpv/Lt	Ž	47,08 - 61,88	55,87 ± 1,84	1,62	3,30
	M	43,57 - 64,47	55,54 ± 1,86		3,34
Ld1/Lt	Ž	4,53 - 10,27	7,73 ± 1,23	1,42	15,86
	M	4,50 - 11,48	7,92 ± 1,25		15,73
Ld2/Lt	Ž	4,39 - 8,27	5,78 ± 0,52	3,04*	8,97
	M	4,67 - 7,35	5,95 ± 0,52		8,81
La/Lt	Ž	8,80 - 17,37	13,54 ± 1,01	5,44*	7,42
	M	11,55 - 16,40	14,10 ± 0,88		6,24
Lp/Lt	Ž	10,12 - 16,42	13,45 ± 1,07	2,28*	7,99
	M	10,89 - 17,13	13,70 ± 0,90		6,61
Lv/Lt	Ž	3,56 - 7,88	5,72 ± 0,62	1,17	10,75
	M	4,34 - 8,03	5,80 ± 0,56		9,58
Lc/Lt	Ž	10,93 - 17,47	14,09 ± 1,11	0,79	7,86
	M	10,61 - 18,35	14,19 ± 1,11		7,86
T/Lt	Ž	19,79 - 25,98	22,76 ± 1,31	1,84	5,75
	M	18,71 - 26,16	23,00 ± 1,12		4,87
Tpc/Lt	Ž	2,83 - 4,44	3,51 ± 0,30	3,93*	8,50
	M	2,80 - 4,50	3,63 ± 0,27		7,43
O/C	Ž	14,96 - 23,34	19,29 ± 1,69	4,63*	8,74
	M	16,56 - 25,96	20,10 ± 1,54		7,68
Io/C	Ž	9,06 - 17,00	13,56 ± 1,86	1,57	13,69
	M	9,80 - 17,89	13,86 ± 1,59		11,50
Po/C	Ž	61,24 - 79,56	66,79 ± 2,49	2,60*	3,73
	M	59,82 - 73,87	66,36 ± 3,71		5,59
Olo/C	Ž	11,65 - 18,18	14,88 ± 1,21	0,87	8,15
	M	12,80 - 18,77	14,99 ± 1,08		7,18
Tpc/T	Ž	11,43 - 19,75	15,45 ± 1,30	2,67*	8,42
	M	12,73 - 19,64	15,81 ± 1,17		7,39

\*Statistički je značajna razlika  $t \geq 1,96$ ;  $p \leq 0,05$ .

Za ukupno 8 analiziranih merističkih karakteristika, statistički značajnih razlika između mužjaka i ženki šljuke nije bilo (Tablica 2).

Tablica 2. Merističke karakteristike ženki (n=208) i mužjaka (n=142) šljuke, *Macroramphosus scolopax* u južnom Jadranu

Merističke karakteristike	Spol	Raspon	$\bar{x} \pm SD$	t	CV (%)
Broj šipčica prve leđne peraje (D1)	Ž	V - VIII	6,05 ± 0,73	0,19	12,14
	M	V - VIII	6,06 ± 0,74		12,14
Broj šipčica druge leđne peraje (D2)	Ž	I + (9 - 12)	10,44 ± 0,68	0,17	6,50
	M	I + (9 - 12)	10,42 ± 0,67		6,40
Broj šipčica podrepne peraje (A)	Ž	18 - 20	18,44 ± 0,56	0,48	3,05
	M	18 - 20	18,47 ± 0,57		3,07
Broj šipčica prsnih peraja (P)	Ž	14 - 17	15,04 ± 0,84	0,23	5,56
	M	14 - 17	15,06 ± 0,81		5,37
Broj šipčica trbušnih peraja (V)	Ž	I + (3 - 4)	3,71 ± 0,46	0,61	12,31
	M	I + (3 - 4)	3,68 ± 0,47		12,78
Broj šipčica repne peraje (C)	Ž	11 - 15	13,22 ± 1,23	0,65	9,31
	M	11 - 15	13,13 ± 1,24		9,43
Broj trupnih i repnih kralješaka (Vert.)	Ž	7 + (13 - 15)	14,06 ± 0,42	1,7	2,97
	M	7 + (13 - 15)	13,99 ± 0,41		2,95
Broj škržnih nastavaka (Brsp.)	Ž	14 - 22	19,13 ± 2,48	0,14	12,98
	M	14 - 22	19,09 ± 2,45		12,86

## Zaključak

Mušjaci i ženke šljuke na području južnog Jadrana statistički se značajno razlikuju u 8 morfometrijskih odnosa. U odnosu prema standardnoj duljini tijela mušjaci šljuke imaju dulju osnovicu druge leđne peraje, dulju osnovicu podrepne peraje, dulje prsne peraje i veću srednju vrijednost najmanje visine tijela. Osim toga, imaju i veću srednju vrijednost odnosa najmanje i najveće visine tijela. Ženke šljuke imaju dulju predpodrepnu udaljenost u odnosu prema ukupnoj duljini tijela te dulju predočnu udaljenost u odnosu prema duljini glave. Razlike među spolovima nisu utvrđene za niti jednu od 8 analiziranih merističkih karakteristika.

## Literatura

- Barreiros, J. P., Morato, T., Santos, R. S., Borba, A. E. (2003). Interannual changes in the diet of the almaco jack *Seriola rivoliana* (Perciformes: Carangidae) from the Azores. *Cybium – International Journal of Ichthyology*, 27(1): 37 - 40.
- Benmessaoud, R., Chérif, M., Jaziri, S., Rjeibi, O., Reynaud, C., Capapé, C. (2013). Biometry analysis of the snipefish, *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758), from the Northern Tunisian Coast (central Mediterranean). *International Journal of Engineering and Applied Sciences*. 4(2): 37 - 41.
- Borges, L. (2000). Age and growth of the snipefish, *Macroramphosus* spp., in the Portuguese continental waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80: 147 - 153.
- Borges, L. (2001). A new maximum length for the snipefish *Macroramphosus scolopax*. *Cybium – International Journal of Ichthyology*, 25(2): 191-192.
- Cabral, H. N., Murta A. G. (2002). The diet of blue whiting, hake, horse mackerel and mackerel off Portugal. *Journal of Applied Ichthyology*, 18: 14 - 23.
- Ehrich, S. (1986). Macroramphosidae. Objavljeno u: *Fishes of the northeastern Atlantic and the Mediterranean (FNAM)*. Whitehead, P., Bauchot, M., Hureau, J., Nielsen, J., Tortonese, E. (eds.), 2: 627. UNESCO, Paris.



- Fritzsche, R. A. (2002). Macroramphosidae, Snipefishes. Objavljeno u: *Living marine resources of the western central Atlantic. FAO species identification guide to the fishery program. Bony fishes (Acipenseridae to Gammatidae)*. Carpenter, K. E. (eds.), 2(1): 1229. FAO, Rome.
- Granadeiro, J. P., Nunes, M., Silva, M. C., Furness, R. W. (1998). Flexible foraging strategy of Cory's shearwater, *Calonectris diomedea*, during the chick-rearing period. *Animal Behaviour*, 56: 1169 - 1176.
- Jardas, I. (1996). Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga Zagreb, 268 - 269.
- Schneider, W. (1990). FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes. Field Guide to the Commercial Marine Resources of the Gulf of Guinea. Prepared and published with the support of the FAO Regional Office for Africa. FAO, Rome. Str. 268.
- Silva A. (1999). Feeding habits of John Dory, *Zeus faber*, off the Portuguese continental coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79: 333 - 340.
- Zorica, B., Vrgoc, N. (2005). Biometry and distribution of snipefish, *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758), in the Adriatic Sea. *Acta Adriatica*. 461: 99 - 106.

### **Biometric characteristics of longspine snipefish, *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758) from the southern Adriatic Sea**

#### **Abstract**

In order to study the morphometric and meristic characteristics of longspine snipefish, *Macroramphosus scolopax* population from southern Adriatic Sea, a total number of 350 specimens (including 208 females and 142 males), were trawled at depths between 300 to 400 m. Total body length ranged from 8.22 to 15.44 cm and body weight from 3.45 to 20.77 g. Females were significantly larger and heavier than males. Among 19 analysed morphometric relationships, differences between the sexes were significant in 8 morphometric relationships. In the present study, no significant differences in meristic characteristics were recorded between males and females.

**Key words:** *Macroramphosus scolopax*, longspine snipefish, southern Adriatic, morphometry, meristics

## Karakteristike Sive pčele (*Apis mellifera carnica*) sjeverozapadnog dijela BiH

Goran Mirjanić<sup>1</sup>, Rasim Karajić<sup>1</sup>, Nebojša Nedić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Banja Luci, Poljoprivredni fakultet, Univerzitetski grad, Bulevar Petra Bojovića 1a, 78000 Banja Luka, BiH (goran.mirjanic@agro.unibl.org)

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11000 Beograd, Republika Srbija

### Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi prosječnu vrijednost dužine rilca i kubitalnog indeksa pčela sa šest pčelinjaka sjeverozapadnog dijela BiH. Područje istraživanja obuhvaćalo je Banjalučku regiju (općine Novi Grad, Prijedor, Kozarska Dubica, Banja Luka, Srbac i Gradiška). Istraživanje je bilo provedeno na Sive ili Kranjske pčele (*Apis mellifera carnica* Pollmann 1879), gdje je po lokaciji uzorkovano po 50 pčela. Utvrđivanje morfometrijskih parametara je obavljeno pomoću digitalnog mikroskopa (uvećanja od 20x do 800x). Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja utvrđeno je da se dužina rilca pčela kretala od 6 do 7 mm, a vrijednosti kubitalnog indeksa od 2,2 do 3,2, što u potpunosti odgovara karakteristikama ove pasmine. Rezultati istraživanja ukazuju na važnost zaštite autohtone pasmine, prilagođene klimatskim i drugim karakteristikama ovog područja, a što iziskuje daljnja istraživanja.

**Ključne riječi:** dužina rilca, kubitalni indeks, siva pčela

### Uvod

Pčele imaju nesagledivu ulogu u održavanju kompletnog života na Zemlji, a samim tim i opstanak čovjeka. Razlog tome ogleda se u činjenici da pčele oprašuju većinu biljaka koje čovjek i životinje koriste u prehrani. Više od 75 % glavnih gajenih biljaka i 80 % cvjetnica oprašuju insekti, prenosioci peluda (Nabhan i Buchman, 1997). Samo u Evropi od oko 246 biljnih vrsta 84 % se oprašuje insektima. U ukupnoj oprašivačkoj djelatnosti insekti sudjeluju s oko 80 %, pri čemu od tog broja pčele doprinose sa blizu 80 % i zato se smatraju najboljim oprašivačima. Oprašivači ili prenosioci peluda doprinose očuvanju biodiverziteta biljaka i ova povezanost je obostrana (Plavša i Nedić, 2015). Određivanje morfoloških karakteristika je važno za proučavanje varijabilnosti (promjenljivosti) između jedinki pčela i koristi se kao pomoćna metoda za proučavanje varijabilnosti između jedinki pčela i provođenju selekcije (Alijagić, 2005). Svi parametri se ne koriste jednako učestalo. Izdvojeni su oni parametri koji se češće koriste i zajedno dovoljno opisuju pasminu (Ćerimagić i Savić, 1991), a u ovom radu to su dužina rilca i vrijednost kubitalnog indeksa. Dužina rilca utječe na prinos meda i bolju iskoristivost potencijala medonosne paše, što dovodi do rentabilnosti u pčelarstvu (Stanimirović i sur., 2000). S druge strane, kubitalni indeks je odnos stranica a i b treće kubitalne stranice na prednjem krilu pčele radilice i u selekciji je isti od velikog značaja, jer nam govori o čistoći pasmine.

### Materijal i metode

U radu je korišteno po 50 pčela radilica sa šest pčelinjaka Banjalučke regije i to iz općina: Novi Grad, Kozarska Dubica, Prijedor, Banja Luka, Gradiška i Srbac. Istraživanje je bilo provedeno u periodu travanj-svibanj 2016. godine. Pčele su bile usmrćene u 75 % alkoholu i držane na temperaturi 7 °C, a potom osušene, nakon čega su obavljena mjerenja i analize morfoloških karakteristika. Mjerenje parametara obavljeno je u kolovozu 2016 godine.

Mjerenja su izvedena pomoću digitalnog mikroskopa, čija je moć uvećanja 20x do 800x. Morfološke karakteristike, praćene ovim istraživanjem, su bile prosječne vrijednosti dužine rilca i kubitalnog indeksa sa šest pčelinjaka sjeverozapadnog dijela BiH, a sa osnovnim ciljem determinacije pasmine, koja se uzgaja na ovom području. Za mjerenje dužine rilca izvršena je disekcija usnog aparata kod 50 jedinki radilica po lokaciji, pri čemu je korišten standardni pribor za disekciju (skalpeli i pincete), nakon čega su rilca bila fiksirana u kratkotrajni preparat. Nakon fiksiranja preparata uz pomoć digitalnog mikroskopa izmjerena je dužina. Utvrđivanje kubitalnog indeksa provedeno je mjerenjem odnosa stranica **a** i **b** treće kubitalne stanice na prednjem krilu pčela radilica pomoću digitalnog mikroskopa (Ruttner, 1988).

## Rezultati i rasprava

Prema utvrđenim vrijednostima u istraživanim uzorcima pčela dužina rilca se kretala u rasponu od 6 do 7 mm, a srednja vrijednost je iznosila 6,5 mm (tablica 1), što je u okviru parametara za Sivu pčelu (Karajić, 2016).

Tablica 1. Deskriptivna statistika dužine rilca uzoraka pčela s istraživanog područja

Lokalitet	N	min.	max.	$\bar{x}$	$\sigma$	SE
Banjaluka	50	6,00 mm	6,90 mm	6,51	0,19	0,027
Gradiška	50	6,00 mm	6,90mm	6,46	0,22	0,031
Prijedor	50	6,10 mm	7,00 mm	6,51	0,18	0,026
K. Dubica	50	6,10 mm	6,80 mm	6,49	0,16	0,022
Srbac	50	6,00 mm	6,90mm	6,51	0,20	0,028
Novi Grad	50	6,10 mm	6,90 mm	6,51	0,19	0,027

$\sigma$  – standardna devijacija

SE – standradna greška

Na osnovu utvrđenih rezultata može se zaključiti ujednačenost minimalnih i maksimalnih vrijednosti, što potvrđuju i vrijednosti standardne devijacije i standardne greška (tablica 1). Koeficijent varijacije za skup je reprezentativnog karaktera, pošto je unutar intervala 5 % do 30 % i iznosi  $V_k = 11$  % (Mičić, 2013).

Tablica 2. Deskriptivna statistika vrijednosti kubitalnog indeksa uzoraka pčela s istraživanog područja

Lokalitet	N	min.	max.	$\bar{x}$	$\sigma$	SE
Banjaluka	50	2,25	3,00	2,68	0,18	0,025
Gradiška	50	2,33	3,30	2,77	0,26	0,037
Prijedor	50	2,35	3,00	2,62	0,19	0,028
K. Dubica	50	2,30	3,20	2,67	0,21	0,030
Srbac	50	2,20	3,10	2,64	0,23	0,033
Novi Grad	50	2,25	3,00	2,64	0,17	0,024

Vrijednosti kubitalnog indeksa su se kretale od 2,20 do 3,30, dok je srednja vrijenost iznosila 2,75, s prosječnim koeficijentom varijacije za dati skup  $V_k = 28$  %, prosječnom standardnom devijacijom 0,21 i prosječnom standardnom greškom 0,030 (tablica 2), što je u okviru parametara za Sivu pčelu.

Tablica 3. Usporedba dužine rilca i kubitanog indeksa na uzorcima pčela s istraživanog područja

Područje	Dužina rilca (mm)	Kubitalni indeks
Banja Luka	6.510 ± 0.027	2.680 ± 0.025*
Gradiška	6.460 ± 0.031	2.770 ± 0.037*
Prijedor	6.510 ± 0.025	2.620 ± 0.027*
K. Dubica	6.490 ± 0.023	2.670 ± 0.030*
Srbac	6.510 ± 0.028	2.640 ± 0.033*
Novi Grad	6.510 ± 0.027	2.640 ± 0.024*
F	0.59	3.35*
LSD	n.s.	0.08

\*statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ )

Analizom izmjerenih parametara uzoraka pčela ustanovljena je statistički značajna razlika između istraživanih lokacija za kubitalni indeks (tablica 3), što potvrđuje nehomogenost uzoraka pčela, koja je proizašla iz minimalnog križanja ove pasmine s nekim drugim pasminama u kontroliranim i nekontroliranim uvjetima u proteklom periodu. Međutim, analizirajući dobijene apsolutne rezultate i analize varijance, može se zaključiti visok udio pripadnosti uzoraka pčela s istraživanih lokacija domaćoj autohtonoj pasmini pčela – Sivoj pčeli, s obzirom da se radi o minimalnom odstupanju od srednje vrijednosti parametra, ali unutar graničnih vrijednosti za istu. Za drugi istraživani parametar (dužina rilca) nije bila utvrđena statistički značajna razlika između istraživanih lokacija (tablica 3), što ide u prilog ranije iznesenoj činjenici.

### Zaključak

Na osnovu utvrđenih vrijednosti mjerenja odabranih parametara uzoraka pčela s područja Banjalučke regije ima u potpunosti odlike Sive pčele. Dužina rilca se kreće u rasponu od 6,3 – 6,8 mm, te je analizom kubitalnog indeksa ( $\bar{x} = 2,75$ ) utvrđeno da se sve ispitane pčele radilice nalaze u okviru pasminskih svojstava za Sivu pčelu. Posebnu važnost treba naglasiti na budući selekcijski rad, koji bi trebao biti koncipiran tako da se pri selekciji zadrži prisustvo samo Sive ili Kranjske pčele, koja se najbolje adaptirala na ovdašnje klimatske uvjete te da bude usmjeren ka povećanju dužine rilca, koja direktno utječe na prinos meda, a samim tim i povećanju prinosa te boljem i bržem razvoju pčelinje zajednice. Također, praćenjem vrijednosti kubitalnog indeksa u graničnim vrijednostima za kranjsku pčela, istu će se pokušati održati u izvornom obliku, a sve u interesu ljudske populacije na ovim prostorima.

### Literatura

- Avram Z. (1998). Pčelarenje za 21. vijek: visokoproduktivno pčelarstvo, Sarajevo, BiH.
- Alijagić S. (2005). Morfometrijske karakteristike medonosne pčele *Apis mellifera*. Prirodno-matematički fakultet, diplomski rad, Sarajevo, BiH.
- Ćerimagić H., Savić R. (1991). Pčelarstvo, Sedmo dopunjeno i prerađeno izdanje, NIRO "Zadrugar", Sarajevo, BiH.
- Karajić R. (2016). Analiza morfoloških karakteristika medonosne pčele, Poljoprivredni fakultet, diplomski rad, Banja Luka, BiH.
- Mićić N. (2013). Elementarna biometrija, Institut za genetičke resurse Univerziteta u Banjaluci, Banja Luka, BiH.
- Nabhan G.P., Buchmann S. (1997). Services provided by pollinators. In: Daily G.G, editor. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Island Press; Washington, DC:.
- Plavša Nada, Nedić N. (2015). Praktikum iz pčelarstva, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija.

- Ruttner F. (1988). Biogeography and Taxonomy of Honeybees, Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, Germany.
- Stanimirović Z., Soldatović B., Vučinić Marijana (2000). Biologija pčela-medonosna pčela, Medicinska knjiga; Medicinske komunikacije Beograd, Srbija.

## **Characteristics of carniolan breed of bees in Nort West part of BiH**

### **Abstract**

The aim of the research is to determine the average length of proboscis and cubital index on honeybees from six apiaries, placed in northwestern part of Bosnia and Herzegovina (Novi Grad, Prijedor, Kozarska Dubica, Banja Luka, Srbac and Gradiska). The research was conducted on samples of 50 bees per location, with the assumption that it is a Carniolan breed *Apis mellifera carnica*. The survey was conducted using a digital microscope (magnification of 20x to 800x). It was found that the length of the proboscis ranged from 6 to 7 mm and the cubital index values from 2.2 to 3.2, which corresponds to the breed characteristics of this honeybee breed. The research results point to the importance of protecting this indigenous honeybee breed, adapted to climate and other characteristics of the area, which needs further research.

**Key words:** length of proboscis, cubital index, Carniolan honey bee

## Morfološke osobine šljuke bene (*Scolopax rusticola* L.) sa područja Dalmatinske Zagore

Ivan Pervan<sup>1</sup>, Tomislav Dumić<sup>2</sup>, Nera Fabijanić<sup>3</sup>, Krunoslav Pintur<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Student, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska (ivanpervan10@hotmail.com)

<sup>2</sup>Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J. Strossmayera 9, Karlovac, Hrvatska

<sup>3</sup>Udruga divljina Velebita, Pavlinska 18, Senj

### Sažetak

Šljuka bena (*Scolopax rusticola* L.) je tradicionalna lovna vrsta u Republici Hrvatskoj, a ovim istraživanjem su obrađena 52 uzorka prikupljena tijekom dvije lovne godine u zajedničkom otvorenom lovištu br. XVII/135 "Vrgoračko jezero" koje se nalazi na području Dalmatinske zagore. Svakoj šljuki je određena dob te spol, a potom su izmjereni slijedeći morfometrijski čimbenici: ukupna masa, dužina kljuna, dužina glave s kljunom, širina glave iznad oka, raspon krila i dužina repa. Rezultati istraživanja ukazuju na značajnu razliku između spolova u dužini kljuna dok se ostali mjereni morfometrijski čimbenici uglavnom podudaraju sa rezultatima sličnih istraživanja u Europi.

**Ključne riječi:** šljuka bena, *Scolopax rusticola*, morfologija, Dalmatinska Zagora

### Uvod

Šljuku benu se u različitim dijelovima Republike Hrvatske može naći pod različitim sinonimima poput šumska šljuka, kljunača, kokoška, kokočka, podlešnjak, bačura, banjura i mnogim drugim (Čeović, 1940; Vrhovac, 2004). Nastanjuje područje umjerenog i hladnog pojasa Europe i Azije. Migratorna je vrsta, a samo su ptice koje nastanjuje Britansko otočje i Francusku stanicu. U Hrvatskoj je temeljem Zakona o lovstvu (Anonymus, 2005, 2009, 2014, 2016a, 2016b, 2016c, 2017) svrstana u sitnu pernatu divljač. Njena lovidba je regulirana Pravilnikom o lovostaju (Anonymus, 2010a, 2010b, 2013), a dopuštena je u razdoblju od 1. listopada do 28./29. veljače uz ograničenje odstrjela do 3kljuna/lovac/dan (Anonymus, 2006a). U Hrvatskoj se putem komercijalnog lova na šljuku ostvaruju značajni prihodi, a odstrjel se na području Europe procjenjuje na oko tri do četiri milijuna jedinki (Ferrand i Gossmann, 2001) s time da samo francuski lovci odstrjele cca 30-40% ove kvote (Ferrand i Gossmann, 2000). Populaciju šljuka u svijetu smatramo stabilnom no recentne projene staništa s naglaskom na intenzivnu poljoprivredu sve više je ugrožavaju (Duriez i sur., 2005). Prema istraživanjima Heatha i suradnika (2000) populacija je najranjivija tijekom zimskog razdoblja pa stoga Tucker i Heath (1994) naglašavaju potrebu za promjenama u načinu lovnog gospodarenja dok Fadat (1991) upozorava kako i pojačani lovni pritisak negativno utječe na cjelokupnu populaciju. Moderno lovstvo mora istovremeno biti održivo s ciljem očuvanja biološke raznolikosti, ali i profitabilno s ciljem stvaranja nacionalnog boljitka stoga se s divljači koja je dobro od interesa za Republiku Hrvatsku mora osmišljeno i racionalno gospodariti, a važan preduvjet je dobro poznavanje biologije vrste (Šprem i sur., 2010).

### Materijal i metode

U radu su obrađena 52 uzorka šljuke (*Scolopax rusticola* L.) prikupljena tijekom dvije lovne godine 2014/2015 i 2015/2016. Uzorci su prikupljeni u zajedničkom otvorenom lovištu broj

XVII/135 “Vrgoračko jezero” na području Splitsko-dalmatinske županije kojim gospodari “LU Split”. Površina lovišta iznosi 1359 ha. Temeljem općih karakteristika reljefa lovište je svrstano u nizinski tip s nadmorskim visinama od 85 do 480 m. Radi se o tipičnom predjelu Dalmatinske zagore kojim dominira lako propusni kamenjar, a u dolinama dolazi do sakupljanja zemlje u debljem sloju. Područje lovišta ima izmijenjenu mediteransku klimu karakterističnu za Dalmatinsku zagoru, a po Kopenovoj razdiobi se može svrstati u prijelaznu maritimnu sredozemnu klimu sa suhim vrućim ljetom. Lovište pripada submediteranskoj vegetacijskog zoni sa šumskim zajednicama hrasta medunca i bijelog graba više ili manje degradiranim u šikare ili niske šume te degradiranim vegetacijama suhih travnjaka i kamenjarskih pašnjaka (Anonymus, 2008). Sve šljuke su odstranjene u skladu sa Zakonom o lovstvu (Anonymus, 2005, 2009, 2014, 2016a, 2016b, 2016c, 2017) i lovnogospodarskom osnovom za zajedničko otvoreno lovište broj XVII/135 - “Vrgoračko Jezero” (Anonymus, 2008). Odstrjel šljuka izvršen je različitim tehnikama pojedinačnog lova, buširanjem s psom i večernjim preletom temeljem Pravilnika o uvjetima i načinu lova, nošenju lovačkog oružja, obrascu i načinu izdavanja lovačke iskaznice, dopuštenju za lov i evidenciji o obavljenom lovu (Anonymus, 2010c). Tijekom lova isključivo je korišteno lovačko oružje i naboji propisani Pravilnikom o načinu uporabe lovačkog oružja i naboja i Pravilnikom o izmjeni i dopuni Pravilnika o načinu uporabe lovačkog oružja i naboja (Anonymus, 2006b, 2010d). Svakoj šljuki je neposredno nakon odstrjela određena dob prema obrascu obojanosti perja (Blasco-Zumeta i Heinze, 2006). Nakon toga mjereni su sljedeći morfometrijski čimbenici: ukupna masa, dužina kljuna, dužina glave s kljunom, širina glave iznad oka, raspon krila i dužina repa. Mjerenje je vršeno metalnom pomičnom mjerkom marke “Meba”, a izvaga digitalnom vagom marke “Gorenje” s preciznošću od 1 grama. Nakon izvršenih izmjera spol svake jedinke određen je razudbom i pregledom njenih unutarnjih spolnih organa. Statistička obrada podataka vršena je u programu IBM SPSS Statistics, Version 22.

## Rezultati i rasprava

Deskriptivnu statistiku muških adultnih jedinki proveli smo na 14 uzoraka od ukupno 52 uzorka. Mjereći morfometrijske čimbenike dobili smo sljedeće rezultate; prosječna masa iznosila je 292,7857 grama, prosječna dužina kljuna iznosila je 7,20 cm, prosječna dužina glave s kljunom iznosila je 11,08 cm, a prosječna širina glave iznad oka iznosila je 1,17 cm. Prosječni raspon krila iznosio je 60,285 cm, dok je prosječna dužina repa iznosila 9,12 cm. Iste morfometrijske čimbenik mjerili smo i kod 15 muških juvenilnih jedinki te smo deskriptivnom statistikom došli do sljedećih rezultata: prosječna masa iznosila je 295,80 grama, dok je dužina kljuna u prosjeku iznosila 7,30 cm. Prosječna dužina glave s kljunom iznosila je 11,07 cm, a prosječna širina glave iznad oka 1,18 cm. Prosječni raspon krila iznosio je 60,06 cm, a prosječna dužina repa 9,08 cm. Od ukupno analizirana 52 uzorka njih 9 su činile ženske adultne jedinke za koje smo također proveli deskriptivnu statistiku i došli do sljedećih rezultata: prosječna masa ženskih adultnih jedinki iznosila je 310,44 grama, dok je prosječna dužina kljuna iznosila 7,62 cm. Prosječna dužina glave s kljunom iznosila je 11,44 cm, a prosječna širina glave iznad oka 1,17 cm dok je prosječni raspon krila iznosio 60,77 cm. Dužina repa je u prosjeku iznosila 9,17 cm. Deskriptivnom statistikom ženskih juvenilnih jedinki dobili smo sljedeće rezultate: prosječna masa je iznosila 292,64 g, a prosječna dužina kljuna 7,55 cm. Prosječna dužina glave s kljunom iznosila je 11,23 cm, a prosječna širina glave iznad oka 1,17 cm. Prosječan raspon raspon krila iznosio je 60,35 cm dok je prosječna dužina repa iznosila 9,04 cm. Skupnom statistikom svih istraživanih jedinki dobili smo rezultate koji su prikazani u Tablici 1. Analizirane su 23 adultne jedinke i 29 juvenilnih jedinki.

Tablica 1. Skupna statistika svih analiziranih jedinki u odnosu na dob

	DOB	BR. UZORAKA	SR. VR.	STAND. DEV.	STAND. POG.
Masa (g)	ADULTNA	23	299,6957	34,42176	7,17743
	JUVENILNA	29	294,2759	22,57985	4,19297
Dužina kljuna (cm)	ADULTNA	23	7,3704	0,40058	0,08353
	JUVENILNA	29	7,4224	0,36095	0,06703
Dužina glave s kljunom (cm)	ADULTNA	23	11,2261	0,45148	0,09414
	JUVENILNA	29	11,1517	0,40587	0,07537
Širina glave iznad oka (cm)	ADULTNA	23	1,1739	0,10539	0,02198
	JUVENILNA	29	1,1759	0,16181	0,03005
Raspon krila (cm)	ADULTNA	23	60,4783	1,56291	0,32589
	JUVENILNA	29	60,2069	0,49130	0,09123
Dužina repa (cm)	ADULTNA	23	9,1435	0,28095	0,05858
	JUVENILNA	29	9,0655	0,13700	0,02544

Rezultate našeg istraživanja usporedili smo s rezultatima drugih autora, pa tako (Vrhovac, 2004) navodi da je dužina kljuna 6-8 cm, a (Prater i Marchant, 1977) da je dužina 6,4 do 8,1 cm. Podaci se podudaraju s rezultatom našeg istraživanja gdje smo utvrdili srednju vrijednost od 7,403 cm, što je identično rezultatu koji su dobili Šprem i sur. (2010). Jedina statistički značajna razlika između mužjaka i ženke pronađena je u dužini kljuna. Aradis i sur. (2015) također navode kljun kao najrelevantniji pokazatelj za procjenu spola te tvrde da ženske jedinke u prosjeku imaju duži kljun od mužjaka. Vrijednost za raspon krila prema Vidoviću (2007) iznosi 60 cm, prema Tuckeru i Heathu (1994) 56 do 60 cm, a Janickom i sur. (2007) raspon iznosi do 70 cm. Najmanji raspon krila u našem istraživanju iznosio je 57,20 cm, maksimalni raspon iznosio je 63 cm, a prosječni raspon je iznosio 60,32cm. Duriez i sur., (2004) navode da prosječna masa iznosi 317 g dok Vrhovac (2004) navodi masu od 220 g do 420 g, a Janicki i sur. (2007) navode prosječnu masu od 300 g do 350 g. Prosječna masa ispitanih uzoraka u našem istraživanju iznosila je 297,49 g. Tijekom sezone gniježđenja masa je pouzdan pokazatelj za određivanje spola, jer su ženke teže prije polaganja jaja i nakon inkubacije (Hoodless, 1994). Međutim, izvan sezone, masa nije prikladan pokazatelj. U našem istraživanju, niti u jednom od dva dobna razreda nisu pronađene nikakve razlike u masi između mužjaka i ženki kao što je utvrđeno u istraživanju Fadata (1994). Razudbom i vizualnim pregled unutarnjih spolnih organa točno je određen spol svake jedinke. Uspoređujući naše rezultate s rezultatima istraživanja američkih šljuka (*Scolopax minor* L.) (Martin, 1964), dolazimo do zaključka da je američkim šljukama lakše odrediti kako dob tako i spol. Naime na američkoj šljuki spol se određuje pomoću prva 3 letna pera tako da se 2 cm od vrha izmjeri širina sva tri pera, potom se dobiveni rezultati zbroje. Ako je zbroj jednak ili manji od 12,4 mm radi se o muškoj jedinki. Ako je jednak ili veći od 12,6 mm radi se o ženskoj jedinki. Koristeći ovakvu metodu na šljuki beni (*Scolopax rusticola* L.) nismo bili u mogućnosti raspoznati spol. Isti istraživači na američkoj šljuki (*Scolopax minor* L.) dob određuju pomoću letnog perja drugog reda i to na 15, 16, 17 i 18 peru, dok se na šljuki beni (*Scolopax rusticola* L.) prilikom procjene dobi koriste sva letna pera.



## Zaključak

Dob šljuka se relativno jednostavno određuje na temelju razlika u obojanosti perja i istrošenosti samih vrhova perja. Statističke značajne razlike između spolova uočene su samo kod dužine kljuna ( $p = 0,002$ ,  $t = 3,345$ ) te stoga zaključujemo kako ženske jedinke imaju duži kljun od mužjaka ( $\bar{Z}(\text{ad}) = 7,62$  cm,  $\bar{Z}(\text{juv}) = 7,55$  cm;  $M(\text{ad}) = 7,30$  cm,  $M(\text{juv}) = 7,20$  cm)). Navedeni morfometrijski čimbenici (ukupna masa, dužina kljuna, raspon krila) uglavnom se podudaraju sa vrijednostima i rezultatima sličnih istraživanja provedenih u Europi.

## Literatura

- Anonymus (2005). Zakon o lovstvu. Narodne novine br. 140/05.
- Anonymus (2006a). Stručna podloga za bonitiranje i utvrđivanje lovnoproduktivnih površina u lovištima Republike Hrvatske. Narodne novine br. 40/06.
- Anonymus (2006b). Pravilnik o načinu uporabe lovačkog oružja i naboja. Narodne novine br. 68/06.
- Anonymus (2008). Lovno gospodarska osnova za zajedničko otvoreno lovište, broj XVII/135 – „Vrgoračko jezero“ za razdoblje od 01. travnja 2008. do 31. ožujka 2018. godine. Lovtur d.o.o. Split.
- Anonymus (2009). Zakon o izmjenama i dopunama zakona o lovstvu. Narodne novine br. 75/09.
- Anonymus (2010a). Pravilnik o lovostaju. Narodne novine br. 67/10.
- Anonymus (2010b). Pravilnik o izmjenama Pravilnika o lovostaju. Narodne novine br. 87/10.
- Anonymus (2010c). Pravilnik o uvjetima i načinu lova, nošenju lovačkog oružja, obrascu i načinu izdavanja lovačke iskaznice, dopuštenju za lov i evidenciji o obavljenom lovu. Narodne novine br. 70/10.
- Anonymus (2010d). Pravilnik o izmjeni i dopuni Pravilnika o načinu uporabe lovačkog oružja i naboja. Narodne novine br. 66/10.
- Anonymus (2013). Pravilnik o izmjenama Pravilnika o lovostaju. Narodne novine br. 97/13.
- Anonymus (2014). Zakon o izmjenama i dopunama zakona o lovstvu. Narodne novine br. 14/14.
- Anonymus (2016a). Odluka Ustavnog suda Republike Hrvatske. Narodne novine br. 21/16.
- Anonymus (2016b). Odluka Ustavnog suda RH. Narodne novine br. 41/16.
- Anonymus (2016c). Odluka Ustavnog suda RH. Narodne novine br. 67/16.
- Anonymus (2017). Zakon o izmjenama i dopunama zakona o lovstvu. Narodne novine br. 62/17.
- Aradis, A., G. Landucci, M. Tagliavia, M. Bultrini. (2015). Sex Determination of Eurasian Woodcock *Scolopax rusticola*: a molecular and morphological approach, *Avocetta* 39: 83-89.
- Blasco-Zumeta, J., Heinze, G.M. (2006). Ibercaja Aula en Red, Ageing and sexing. [http://aulaenred.ibercaja.es/wp-content/uploads/197\\_WoodcockSrusicola.pdf](http://aulaenred.ibercaja.es/wp-content/uploads/197_WoodcockSrusicola.pdf)
- Čeović, I. (1940). Lovstvo. Tipografija d.d. Zagreb, str. 22-100.
- Duriez, O., Fritz, H., Said, S., Ferrand, Y. (2005). Wintering behavior and spatial ecology of Euroasian Woodcock *Scolopax rusticola* in western France. *Ibis*, 147, 519-532.
- Duriez, O., Pastout-Lucchini, L., Boos, M., Chastel, O., Fritz, H., Ferrand, Y., Clobert, J. (2004). Low levels of energy expenditure in Nocturnal forest-dwelling wader, the Eurasian woodcock *Scolopax rusticola*. *Ardea*, 92 (1): 31-42.
- Fadat, C. (1991). Becasse des bois. In: Yeatman-Berthelot, L. (Ed.), Atlas des Oiseaux de France en hiver. Societe Ornithologique de France, Paris, p. 575.
- Fadat, C., (1994). La Be`casse des bois. Brochure technique de l'Office. National de la Chasse, Paris.
- Ferrand, Y., Gossmann, F. (2000). La becasse des bois Enquetenationale sur les tableaux de chasse a tir saison 1998-1999. *Faune Sauvage*. 251: 96-105.
- Ferrand, Y., Gossmann, F. (2001). Elements for a woodcock (*Scolopax rusticola*) management plan. *Game and Wildlife Science*. 18:115-139.
- Martin, F.W. (1964). Woodcock age and sex determination from wings. *J. Wildl. Manage.* 28: 287-293
- Heath, M., Borggreve, C., Peet, N. (2000). European Bird Populations: estimates and Trends. Birdlife International, Cambridge, UK.

- Hoodless, A.N., Coulson, J.C., (1994). Survival rates and movements of British and Continental woodcocks *Scolopax rusticola* in the British Isles. *Bird Study* 41, 48–60.
- Janicki, Z., Slavica, A., Konjević, D., Severin, K. (2007). *Zoologija divljači*. Zavod za biologiju, patologiju i uzgoj divljači. Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zagreb, str. 174-177.
- Prater, T., Marchant, J. (1977). *Guide to the Identification and Ageing of Holarctic Waders*. British trust for Ornithology, Beech Grove, Tring, Herts, London, pp. 120-121.
- Šprem, N., Safner, R., Uher, D., Musulin, M., Nikšić, B., Prđun, S. (2010). Body measurement of woodcock (*Scolopax rusticola* L.) in central Croatia. *Journal of Central European Agriculture*. 11(1):43-46.
- Tucker, G.M., Heath, M.F. (1994). *Birds in Europe: Their Conservation Status*. Birdlife International, Cambridge, UK.
- Vidovic, M. (2007). *Lov u hrvatskoj Dalmaciji od prapovijesti do 21. stoljeca*. Matica Hrvatska-Split.
- Vrhovac, N. (2004). Šljuke. U: *Lovstvo* (Mustapić, Z., ed.). Hrvatski lovački savez, Zagreb, str. 175-177.

## **Morphological characteristics of Eurasian woodcock (*Scolopax rusticola* L.) from the area of the Dalmatian hinterland**

### **Abstract**

Woodcock (*Scolopax rusticola* L.) is a traditional hunting species in the Republic of Croatia and this research processed 52 samples collected during two hunting years in an open hunting ground no. XVII/135 "Vrgoračko jezero" located in Dalmatian hinterland. The age and sex of each individual was determined and then the following morphometric factors were measured: total weight, the length of the beak, the length of the head with its beak, width of the head above the eye, wingspan and tail length. The research results show a significant difference between the sexes in the length of the beak while the other measured morphometric factors mostly coincide with the results of similar research in Europe.

**Key words:** woodcock, *Scolopax rusticola*, morphology, Dalmatian Hinterland

## Analiza gospodarenja divljom svinjom (*Sus scrofa* L.) na području "Pokupskog bazena" u razdoblju od 2009.-2014. godine

Kristijan Pavković<sup>1</sup>, Krunoslav Pintur<sup>2</sup>, Tomislav Dumić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Rečica 25a, Karlovac, Hrvatska

<sup>2</sup>Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J. Strossmayera 9, Karlovac, Hrvatska (krunoslav.pintur@vuka.hr)

### Sažetak

Analiza gospodarenja divljom svinjom na području „Pokupskog bazena“ provedena je za razdoblje od 2009. – 2014. godine. „Pokupski bazen“ obuhvaća deset lovišta, ukupne površine od oko 27.968 ha. Državno otvoreno lovište „Pokupski bazen“ zauzima najveću površinu i ima najveći odstrjel. Lovišta su gotovo identičnih tipova i stanišnih uvjeta za obitavanje divljih svinja, a lovištima gospodari devet različitih lovoovlaštenika. Podaci o gospodarenju su prikupljeni iz lovnogospodarskih osnova. Analizirajući rezultate gospodarenja vidljivo je da matični fond i odstrjel, odnosno brojnost divljih svinja raste. Maksimalni odstrjel je zabilježen u lovnoj godini 2011./2012. i iznosio je 431 grlo.

**Ključne riječi:** divlja svinja, gospodarenje, Pokupski bazen, odstrjel, prirast

### Uvod

Divlja svinja je u Republici Hrvatskoj, sukladno Zakonu o lovstvu, autohtona krupna divljač zaštićena lovostajom (NN 140/05, 75/09, 153/09, 14/14, 21/16, 41/16, 67/16). Ova vrsta nastanjuje područje gotovo cijele Hrvatske, a prisutna je u nizinskim (poplavna i bez poplava), brdskim, gorskim i mediteranskim (sa krupnim predatorima i bez krupnih predatora) lovištima. Gospodarenje ovom vrstom u lovištima se provodi temeljem lovnogospodarskih osnova. Visina odstrijela temelji se na brojnosti i godišnjem prirastu vrste. Prema podacima središnje lovne evidencije tijekom lovne godine 2016./2017. u Hrvatskoj je izdano 41500 evidencijskih markica, a u razdoblju od 1993.-2017. godine odstrijel divljih svinja je porastao 11 puta, što govori u prilog povećanju brojnosti ove vrste (Pintur i Dumić, 2017.).

Bieber i Ruf (2005) i Šprem i sur. (2016) opisuju visok reproduktivni potencijal ove vrste, a Massei i sur. (2015) pozitivan trend brojnosti na području 18 europskih zemalja. Najvažniji uzroci povećanja brojnosti uz visok reproduktivni potencijal smatraju se promjene u biologiji vrste, nedostatak velikih grabežljivaca, godine s obilatom urodom žira, promjene staništa (npr. pošumljavanje i intenzivna poljoprivredna proizvodnja), intenzivna prihrana od strane lovaca i blage zime (Jedrzejewska i sur., 1997, Bieber i Ruf, 2005, Geisser i Reyer, 2005, Apollonio i sur., 2010, Massei i sur., 2015). Ovakva brojnost ima za posljedicu rast ekonomskih šteta na poljoprivrednim kulturama te povećanje broja naleta vozila na divlje svinje na prometnicama (Massei i sur., 2015).

Cilj ovog istraživanja je pomoću rezultata gospodarenja za svako pojedino lovište u razdoblju od 2009. – 2014. godine, analizirati metodologiju i uspješnost gospodarenja ovom vrstom na području „Pokupskog bazena“.

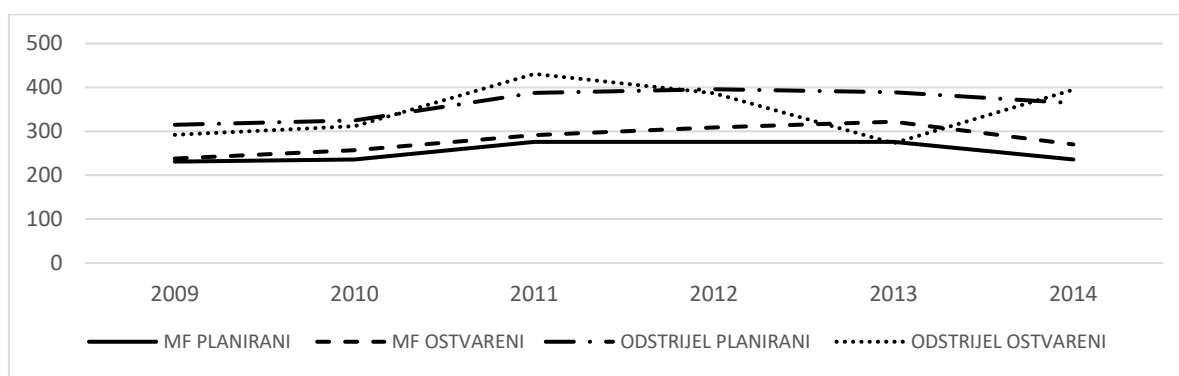
### Materijal i metode

Analiza gospodarenja divljom svinjom obuhvaća područje deset otvorenih lovišta koja se nalaze na području „Pokupskog bazena“. Osam zajedničkih i dva državna lovišta: „Pokupski bazen“, „Šumbar“, „Rečica“, „Šišljavić“, „Sopot“, „Kupčinsko Polje“, „Zdenčina-Kupinec“,

„Pisarovina – Jamnica“, „Okički Lug“ i „Orlovac“. „Pokupski bazen“ je područje između Zagreba i Karlovca, ukupne površine oko 27.968 ha. Ovo područje je s jedne strane omeđeno rijekom Kupom, a s druge strane autocestom Rijeka-Zagreb i svrstano je u Natura 2000 područje. Na ovom području dominira šumska sastojina hrasta lužnjaka, što predstavlja izuzetno pogodno nizinsko stanište za divlju svinju (Ofner, 2009). Unutar ovog područja svinjom se gospodari u državnim i zajedničkim lovištima otvorenog tipa. Temeljni principi i ciljevi gospodarenja ovom vrstom unutar svih lovišta su vrlo slični. Osim uzgoja normalno razvijene, zdrave i otporne divljači, pojedinačno srednje do visoke trofejne vrijednosti metodom prirodnog uzgoja, ovakav način gospodarenja ima za cilj ekonomično gospodarenje uz gospodarski prihvatljive štete na poljoprivrednim i šumskim kulturama bez negativnog utjecaja na stanište. Razlika u bonitetu lovišta uglavnom se temelji na različitom udjelu šumskih i poljoprivrednih površina. Istraživanje je obuhvatilo razdoblje od 2009. do 2014. godine, a rezultati gospodarenja su analizirani prema lovištima i lovnim godinama. Prilikom analize korišteni su podaci iz lovnogospodarskih osnova (podaci iz LGO-2, LGO-3 i LGO-7a obrazaca) (Anonymous, 2005a, 2005b, 2007a, 2007b, 2007c, 2009a, 2009b, 2009c, Ofner, 2008, Vodolšak, 2008). Analiza obuhvaća praćenje matičnog fonda, rasplodnog fonda, prirasta i fonda pred lov (gospodarski kapacitet). Sve jedinice divlje svinje u praćenim fondovima raspoređene su prema dobnoj strukturi u pet kategorija: mladunčad – 1 godina, pomladak – 2 godina, mladi – 3 godina, srednjodobni – 4 i 5 godina i zreli – 6 i više godina života. Obrada podataka je izvršena pomoću programskog paketa Microsoft Office za Windows XP.

## Rezultati i rasprava

Sedam lovišta na području „Pokupskog bazena“ je nizinskog tipa bez poplava dok su tri („Šišljavić“, „Kupčinsko Polje“ i „Okički Lug“) nizinska lovišta poplavnog tipa. Gledajući prirodne uvjete koje lovišta pružaju divljoj svinji, a o čemu u najvećoj mjeri ovise i lovnogospodarski kapaciteti, lovišta su svrstana u čak tri bonitetna razreda od postojećih četiri. Pet lovišta je svrstano u prvi bonitetni razred, četiri u drugi, a jedno u treći bonitetni razred (tablica 1). Ukupna lovnoproduktivna površina za divlju svinju na području kompleksa „Pokupskog bazena“ iznosi otprilike 11.910 ha, što je oko 43% ukupnog područja „Pokupskog bazena“.

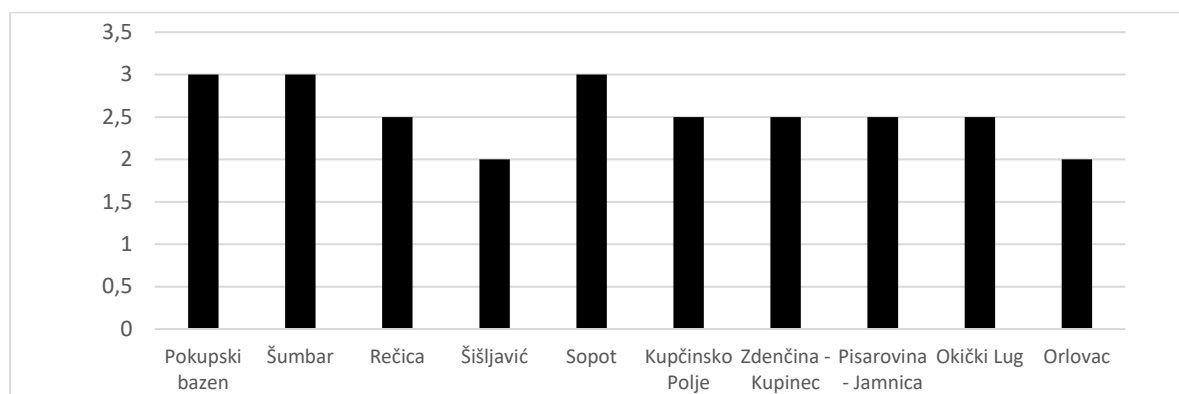


Grafikon 1. Dinamika matičnog fonda i odstrijela divljih svinja u razdoblju od 2009.-2014. godine za sva lovišta na području „Pokupskog bazena“

Uzevši u obzir sva analizirana lovišta vidljivo je da je planirani matični fond i odstrijel predvidio blagi porast brojnosti divljih svinja do lovne godine 2011./2012. Ovakav pozitivan trend je zabilježen i kod ostvarenog matičnog fonda do lovne godine 2013./2014., međutim iste lovne godine zabilježen je značajan pad odstrijela i to kao rezultat nepovoljnih

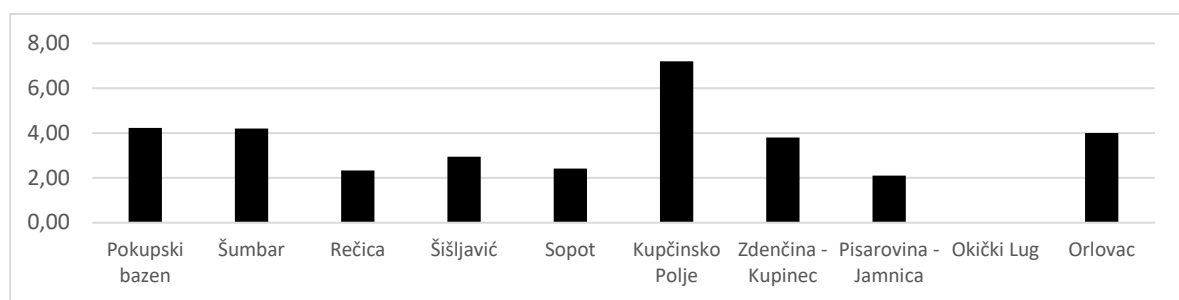
vremenskih uvjeta tijekom zime 2012./2013. (dugotrajan snijeg, hladnoća i proljetne poplave), kada je došlo do značajnijeg pada prirasta populacije na ovom području. Maksimalni odstrijel u analiziranom razdoblju zabilježen je u lovnoj godini 2011./2012. i iznosio je 431 jedinku, a najmanji u lovnoj godini 2013./2014., kada je odstrijel smanjen na 270 jedinki. Nakon ovog pada već iduće lovne godine zabilježen je značajan porast odstrijela divljih svinja na ovom području. Ovakav trend povećanja brojnosti populacije divlje svinje na području Europe navode Massei i sur. (2015), Pohlmeier i Sodeikat (2003.) i Neet (1995.), a u Hrvatskoj Tomljanović i Grubešić (2014), Massei i sur. (2015) i Pintur i Dumić (2017.).

Planirani koeficijent prirasta kod divljih svinja je direktno vezan uz bonitetni razred lovišta, a na ovom području je, sukladno Pravilniku o sadržaju, načinu izrade i postupku donošenja, odnosno odobravanja lovnogospodarske osnove, programa uzgoja divljači i programa zaštite divljači (NN 40 /2006, 41/2013) propisan od 2-3 jedinke na broj ženki u matičnom fondu (grafikon 2.).



Grafikon 2. Propisani koeficijent prirasta divljih svinja u razdoblju od 2009. – 2014. godine za sva lovišta u tzv. Pokupskom bazenu

Da se radi o nerealnom planiranju prirasta obzirom na reproduktivni potencijal vrste govore rezultati istraživanja Gethöffer i sur. (2007) koji su u Njemačkoj utvrdili prosječnu brojnost legla od 6,29 prasadi. Tijekom 2012. godine u Sloveniji je utvrđena prosječna veličina legla od 4,2 ploda (Jelenko i sur., 2012.). Šprem i sur. (2016) u Hrvatskoj navode 6,02 fetusa po ženki (4,62 za juvenilne; 6,39 za jednogodišnje i 6,77 za odrasle).



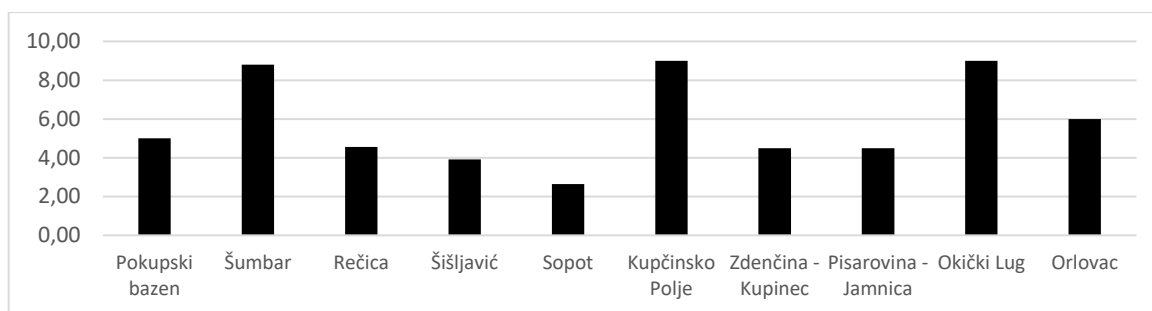
Grafikon 3. Broj odstrjeljenih divljih svinja na 100 ha LPP prema lovištima u lovnoj godini 2014./2015.

Rezultati analize odstrijela na 100 ha lovnoproduktivne površine prema lovištima (LPP) u lovnoj godini 2014./2015. (grafikon br. 3) pokazuju da se odstrijel u većini lovišta kreće između 2,1 – 4,2 grla na 100 ha LPP. Maksimalni odstrijel je zabilježen u lovištu „Kupčinsko

Polje“ i iznosio je 7,2 jedinke na 100 ha LPP-a. Za lovište „Okički Lug“ podaci o odstrjelu za 2014./2015. lovnu godinu nisu bili dostupni.

Lovnogospodarski kapacitet lovišta je najveći mogući broj divljači u lovištu koji ne ugrožava gospodarsko stanje, a prilikom određivanja, kada je u pitanju divlja svinja, osim o gospodarskim subjektima, treba voditi računa i njenom mogućem negativnom utjecaju na stanište, odnosno druge životinjske i biljne vrste (Massei i Genov, 2004).

Usporedbom podataka o lovnogospodarskom kapacitetu prema pojedinim lovištima uočljivo je da su maksimalne vrijednosti propisane u lovištima Šumbar, Kupčinsko polje i Okički lug (grafikon 4.). Minimalni propisan kapacitet je 2,65 grla na 100 ha LPP, a maksimalan 9 grla na 100 ha LPP.



Grafikon 4. Planirani lovnogospodarski kapacitet lovištana 100 ha LPP u razdoblju od 2009.-2014. godine

Tablica 1. Planirana dobna struktura divlje svinje u matičnom fondu (%)

	I BONITET					II BONITET			III BONITET	
	PB	Š	S	KP	OL	R	Š	ZK	PJ	O
Pomladak	45	36	29	32	33	33	-	30	32	29
Mladi	23	24	24	24	20	23	-	23	24	29
Srednjedobni	20	30	29	28	26	22	-	32	28	28
Zreli	12	10	18	16	21	22	-	15	16	14

Legenda: PB – Pokupski bazen, Š – Šumbar, S-Sopot, KP-Kupčinsko Polje, OL-Okički Lug, R-Rečica, Š-Šišljavić, ZK-Zdenčina Kupinec, PJ-Pesarovina Jamnica, O-Orlovac

Dobna struktura divlje svinje u lovištima iskazana u LGO 2 obrascima lovnogospodarskih osnova za pojedino lovište je vrlo slična i predstavlja zamišljenu idealnu dobnu strukturu. Najveći broj jedinki zastupljen je u najmlađim dobnim kategorijama. Postotni udio pomlatka kreće se od minimalnih 29 % matičnog fonda u lovištu „Sopot“, do maksimalnih 45 % u lovištu „Pokupski bazen“, iako su oba lovišta svrstana u isti, I. bonitetni razred za divlju svinju. Razlike su utvrđene i u drugim dobnim razredima i one su rezultat subjektivnog odabira dobne strukture matičnog fonda od strane izrađivača lovnogospodarske osnove, a direktno utječu na plan odstrjela prema dobnim kategorijama.

## Zaključak

Na području „Pokupskog bazena“ divljom svinjom gospodari deset lovišta. Najveće lovište s najvećom lovnoproduktivnom površinom i najvećim odstrjelom divljih svinja je državno otvoreno lovište „Pokupski bazen“. Matični fond i odstrijel za sva lovišta u istraživanom razdoblju bilježi pozitivan trend do 2011. godine. 2013. godine zabilježen je značajan pad odstrijela, a u 2014. godini značajan rast. Osim promjena u biologiji vrste, klimatskim

promjenama i velikoj količini dostupne hrane (teškog šumskog sjemena, poljoprivrednih kultura i intenzivne prihrane) jedan od razloga povećanja brojnosti divljih svinja na istraživanom području je i krivo planiranje odstrjela radi podcijenjenog reproduktivnog potencijala vrste. Lovnogospodarski kapacitet, dobna struktura populacije i planirani prirasti u lovištima nisu ujednačeni i nisu u skladu s realnim prirastom vrste. Velika odstupanja u planiranju su posljedica boniteta lovišta, ali i subjektivne procjene kapaciteta prilikom izrade lovnogospodarske osnove. Iako je povećanje brojnosti divljih svinja utvrđeno na razini cijele države, pa i cijele Europe, daljnji rast brojnosti populacije na ovom području imat će negativan utjecaj na poljoprivrednu proizvodnju, a moguće i na stanište, odnosno pojedine biljne i životinjske vrste.

## Literatura

- Anonymous (2005a). Lovnogospodarska osnova za Lovište „Sopot“ za razdoblje od 2005. do 2015. godine. Izvođač LGO-a tvrtka Oikon d.o.o.
- Anonymous (2005b). Lovnogospodarska osnova za Lovište „Kupčinsko Polje“ za razdoblje od 2005. do 2015. godine. Izvođač LGO-a tvrtka Oikon d.o.o.
- Anonymous (2007a). Lovnogospodarska osnova za Lovište „Rečica“ za razdoblje od 2007. do 2017. godine. Izvođač LGO-a tvrtka Plodovi Bilogore d.o.o.
- Anonymous (2007b). Lovnogospodarska osnova za Lovište „Šišljavić“ za razdoblje od 2007. do 2017. godine. Izvođač LGO-a tvrtka Oikon d.o.o.
- Anonymous (2007c). Lovnogospodarska osnova za Lovište „Orlovac“ za razdoblje od 2007. do 2017. godine. Izvođač LGO-a tvrtka Plodovi Bilogore d.o.o.
- Vodoljšak, Marijo (2008). Lovnogospodarska osnova za Lovište „Šumbar“ za razdoblje od 2008. do 2018. godine.
- Anonymous (2009a). Lovnogospodarska osnova za Lovište „Zdenčina-Kupinec“ za razdoblje od 2009. do 2019. godine. Izvođač LGO-a tvrtka Oikon d.o.o.
- Anonymous (2009b). Lovnogospodarska osnova za Lovište „Pisarovina-Jamnica“ za razdoblje od 2009. do 2019. godine. Izvođač LGO-a tvrtka Oikon d.o.o.
- Anonymous (2009c): Lovnogospodarska osnova za Lovište „Okički Lug“ za razdoblje od 2009. do 2019. godine. Izvođač LGO-a Pres obrt za šumarstvo, lovstvo i izdavaštvo.
- Apollonio, M., Andersen, R., Putman, R. (2010) European ungulates and their management in the 21st century. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bieber, C., Ruf, T. (2005). Population dynamics in wild boar (*Sus scrofa*): ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers. *Journal of Applied Ecology*, 42, 1203–1213.
- Geisser, H., Reyer, H-U. (2005). The influence of food and temperature on population density of wild boar *Sus scrofa* in the Thurgau (Switzerland). *Journal of Zoology London*, 267, 89-96.
- Gethöffer, F., Sodeikat, G., Pohlmeier, K. (2007). Reproductive parameters of wild boar (*Sus scrofa*) in three different parts of Germany. *European Journal of Wild life Research* 53: 287–297.
- Jedrzejewska, B., Jedrzejewski, W., Bunevich, A.N., Milkowski, L., Krasinski, A. (1997). Factors shaping population densities and increased rates of ungulates in Białowieża Primeval Forest (Poland and Belarus) in the 19th and 20th centuries. *Acta Theriologica*, 42, 399– 451.
- Jelenko, I., Poličnik, H., Flajšman, K., Marlot, J., Pokorny, B. (2012). Raziskave srnjadi in divjeg prašiča v letu 2012. ERICO Velenje, Inštitut za ekološke raziskave d.o.o., Velenje.
- Massei, G., Genov, P.V. (2004). The environmental impact of wild boar. *Galemys*, 16, 135-145.
- Massei, G., Kindberg, J., Licoppe, A., Gačić, D., Šprem, N., Kamler, J., Baubet, E., Hohmann, U., Monaco, A., Ozoliņš, J., Cellina, S., Podgórski, T., Fonseca, C., Markov, N., Pokorny, B., Rosell, C., Náhlik, A. (2015). Wild boar populations up, number of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest management science* 71: 492-500.
- Neet, C. R. (1995). Population dynamics and management of *Sus scrofa* in western Switzerland: statistical modelling approach. *IBEX, J.M.E.*, 188-191.
- Ofner, Albert (2008). Lovnogospodarska osnova za Lovište „Pokupski bazen“ za razdoblje od 2008. do 2018. godine.

- Ofner, A. (2009). Usporedba tjelesnog i trofejnog razvoja srne i divlje svinje u lovištima Pokupski bazen i Petrova gora. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Specijalistički rad.
- Pintur, K., Dumić, T. (2017). Upravljanje z divjim prašićem na Hrvaškem. 9. Slovenski lovski dan: "Stanje in upravljanje populacij divjadi: primerjava med Slovenijo in tujino", Zbornik sažetaka, 10.
- Pohlmeyer, K., Sodeikat, G. (2003). Population dynamics and habitat use of wild boar in Lower Saxony. Workshop on CSF, October 6.-9. In Hannover, 1-6.
- Pravilnik o sadržaju, načinu izrade i postupku donošenja, odnosno odobravanja lovnogospodarske osnove, programa uzgoja divljači i programa zaštite divljači, NN 40/2006, 41/2013.
- Šprem, Nikica; Piria, Marina; Prđun, Saša; Novosel, Hrvoje; Treer, Tomislav (2016). Variation of wild boar reproductive performance in different habitat types: implications for anagement. Russian journal of ecology 47: 96-103.
- Tomljanović, K., Grubešić, M. (2014). Wild boar population dynamics in Croatia. 10th International Symposium on Wild Boar and Other Suids, Book of abstract, 78.26. Zakon o lovstvu, NN 140/05, 75/09, 153/09, 14/14, 21/16, 41/16, 67/16.

## **Analysis of Wild Boar Management (*Sus scrofa* L.) in "Pokupski Bazen" area in the period 2009-2014**

### **Abstract**

The analysis of wild boar management in the "Pokupski bazen" area was conducted for the period from 2009 - 2014. "Pokupski bazen" area includes ten hunting grounds with total area of about 27.968 ha, of which the state hunting ground "Pokupski bazen" occupies the largest area, largest productive area for wild boar and participates with the largest share of the wild boar cull. Hunting grounds are almost identical in type and habitat conditions for wild boars and are governed by nine different hunting managers. Management data was collected from hunting management plans for each hunting ground. By analyzing management results it is clear that game numbers and cull numbers are growing. In other words, the number of wild boar individuals grows. Maximum cull of 431 wild boars was recorded in hunting year 2011./2012..

**Key words:** wild boar, management, Pokupski bazen, hunting bag, population growth rate



## Procjena kapaciteta kestenove paše u lovištu III/29 Prolom

Saša Prđun, Benjamin Sakač, Lidija Svečnjak, Dragan Bubalo, Mauro Damić

*Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska (sprdjun@agr.hr)*

### Sažetak

Cilj je ovog istraživanja bio procijeniti kapacitet kestenove paše u lovištu III/29 Prolom obzirom na površinu kestenovih sastojina i broj pčelinjih zajednica. Istraživanje je provedeno 2015. godine u vrijeme kestenove paše na području lovišta III/29 Prolom. Na navedenom je području utvrđen broj pčelara i brojčano stanje pčelinjih zajednica. Na osnovu podataka šumarije Glina utvrđene su površine pod kestenovim sastojinama. Najveći je broj košnica zabilježen na lokaciji Osoje (1140) s prosjekom od 7,30 košnica/ha i prosječnim prinosom meda od 8,29 kg/košnici, dok je najmanji broj zabilježen na lokaciji Kobiljak (47) s prosjekom od 0,64 košnice/ha i prosječnim prinosom meda od 6,11 kg/košnici.

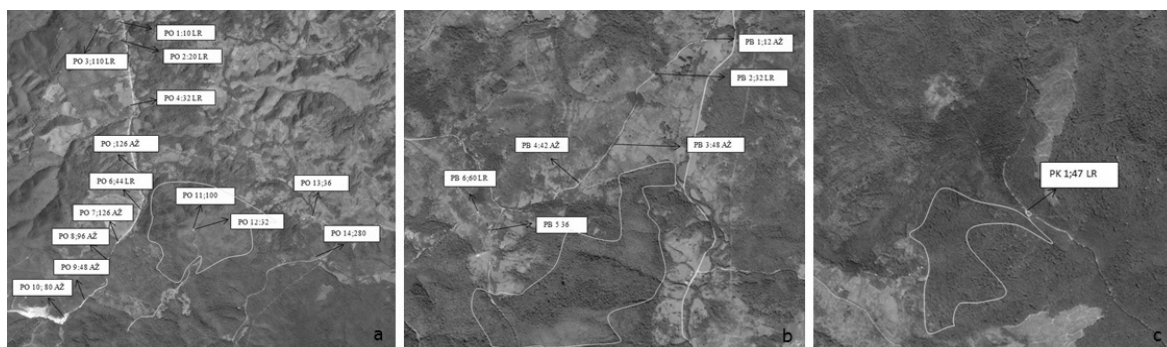
**Ključne riječi:** kestenova paša, lovište III/29 Prolom, nektar, dnevni unos, med

### Uvod

U Hrvatskoj ne postoji model upravljanja pčelinjim pašama, koji podrazumijeva pravilan raspored pčelinjih zajednica s obzirom na površinu pojedine paše te ona često puta bude neiskorištena u potpunosti. Najvažniji uvjeti za uspješno pčelarenje osim jakih pčelinjih zajednica su dobre pašne prilike, pravilni razmještaj pčelinjih zajednica na paši te pravovremena primjena tehnologije. Hrvatska posjeduje veliku bioraznolikost te uslijed toga ima povoljne uvijete za raznovrsne pčelinje paše. Rijetko gdje se mogu pronaći detaljniji podatci o prinosima meda na nekom području uz opis pašnih prilika i klime. Na različitim staništima i lokalitetima kontinentalne Hrvatske s gledišta pčelarstva možemo razlikovati različite pčelinje paše. Od proljetne paše na vrbi, voću i uljanoj repici, preko bagremove, lipove i kestenove paše, pa do paše suncokreta i tihih livadnih paša. Također, određenih godina u povoljnim vremenskim uvjetima dolazi do pojave medne rose, kako na crnogoričnim, tako i na bjelogoričnim biljnim vrstama. Kesten kao jedna od tri najizdašnije paše u Hrvatskoj zasigurno predstavlja značajan resurs. Najveće sastojine kestena u Hrvatskoj nalaze se na području Banovine (Novak Agbaba i sur., 2011) te ujedno predstavljaju i jednu od najznačajnijih sastojina u ovom dijelu jugoistočne Europe. Rod *Castanea* obuhvaća desetak vrsta, čija je rasprostranjenost zabilježena uglavnom u umjerenj zoni sjeverne hemisfere, odnosno u područjima jugoistočnog dijela Sjeverne Amerike, južne Europe, sjeverozapadne Afrike te zapadne i istočne Azije (Fernandez-Lopez i Alia, 2003). U Europi je zastupljena samo jedna vrsta i to pitomi kesten (*C. sativa* Miller), te se prirodno rasprostire u umjerenom pojasu toplije klime Zapadne Azije i Europe. Prinos meda dosta ovisi o mikroklimatskim uvjetima pojedinih lokaliteta, zdravstvenog stanja šume i razmještaja selećih pčelara (Bučar, 2008). Model upravljanja pčelinjim pašama, koji bi podrazumijevao pravilan raspored pčelinjih zajednica s obzirom na površinu pojedine paše još uvijek ne postoji, te ona često bude neiskorištena u potpunosti. Stoga je cilj ovog istraživanja bio postaviti osnove za upravljanjem pčelinjim pašama te time poboljšati iskoristivost prirodnih resursa određenog područja, odnosno procijeniti kapacitet kestenove paše u lovištu III/29 Prolom s obzirom na površinu kestenovih sastojina i broj pčelinjih zajednica.

## Materijal i metode

Istraživanje je provedeno 2015. godine u vrijeme kestenove paše u lovištu III/29 Prolom. Lovište je brdskog tipa, a proteže se u smjeru sjever – jug, između 45°08' i 45°17' sjeverne geografske širine i 16°01' i 16°09' istočne geografske dužine. Obuhvaća krajnje zapadne obronke i dijelove masiva Zrinske gore, a ime je dobilo po šumskom kompleksu Prolom. Ukupna površina lovišta opisanog granicom iznosi 7 709 ha. Najveći dio lovišta je pod šumskom vegetacijom, a na njegovom području nalazi se više šumskih kompleksa. Lovište je smješteno južno od grada Gline, na južnom području Sisačko-moslavačke županije (Anonimus, 2008). Unutar lovišta III/29 Prolom, pitomi kesten se u čistim sastojinama prostire na tri glavne lokacije, Osoje, Brubanj i Kobiljak. Lokaciju Osoje čini 10 odsjeka pitomog kestena sa ukupnom površinom od 156,18 ha, lokaciju Brubanj također čini 10 odsjeka s ukupnom površinom od 109,56 ha, a lokaciju Kobiljak dva odsjeka s ukupnom površinom 73,06 ha (UŠP Sisak, šumarija Glina, 2010). Prikupljanje podataka o dnevnom unosu nektara vršeno je pomoću pčelarskih elektronskih vaga. Na svakoj od lokacija bila je postavljena jedna pčelarska elektronska vaga ispod pčelinje zajednice, koja je bilježila dnevni unos nektara, prosječnu temperaturu zraka i relativnu vlagu zraka u vrijeme kestenove paše. U vrijeme kestenove paše na području lovišta III/29 Prolom evidentiran je 21 pčelinjak, s ukupno 1395 pčelinjih zajednica. Od toga je bilo 18 selećih te tri stacionirana pčelinjaka. Na području lokacije Osoje ukupno je bilo smješteno 11 selećih i tri stacionarna pčelinjaka s ukupno 1140 pčelinjih zajednica (Slika 1a). Na 9 pčelinjaka, pčelinje su zajednice bile smještene u LR košnice, a ostalih pet u AŽ košnice. Prosječna međusobna zračna udaljenost između pčelinjaka iznosila je 753 m. Na području lokacije Brubanj ukupno je bilo smješteno šest selećih pčelinjaka, s 230 pčelinjih zajednica (Slika 1b). Na četiri pčelinjaka zajednice su bile smještene u AŽ, a na ostala dva pčelinjaka u LR košnice. Prosječna međusobna zračna udaljenost između pčelinjaka iznosila je 603 m. Na području lokacije Kobiljak smješten je samo jedan seleći pčelinjak s ukupno 47 pčelinjih zajednica (Slika 1c). Sve zajednice su bile smještene u LR košnice. Razlog smještaja samo jednog pčelinjaka na ovu lokaciju posljedica je velike izoliranosti lokacije i nemogućnost smještaja više pčelinjaka.



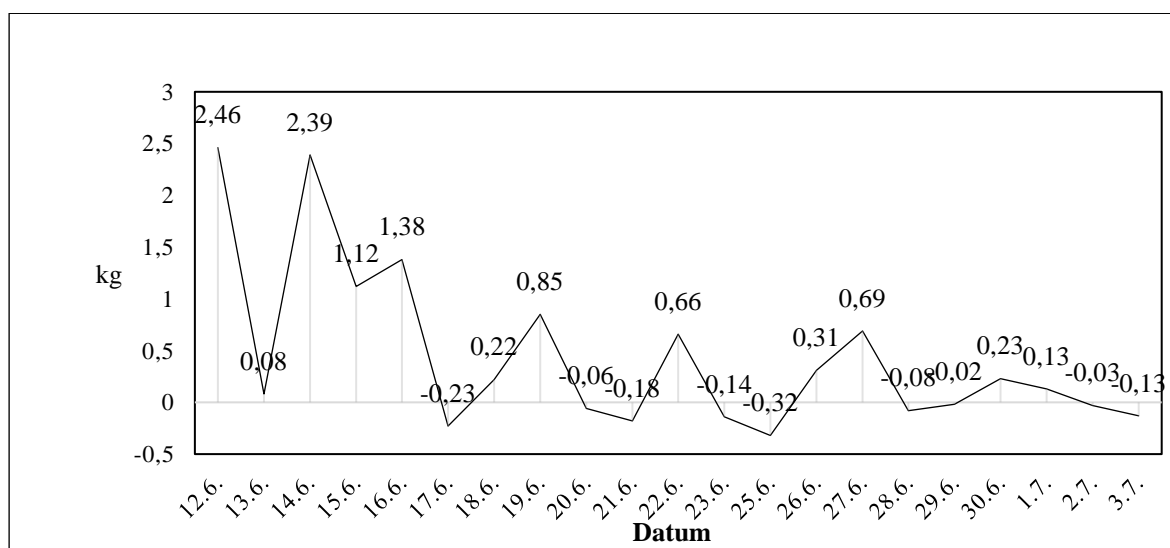
\* PO- pčelinjak Osoje; PB- pčelinjak Brubanj; PK-pčelinjak Kobiljak

Slika 1 (a, b, c). Razmještaj pčelinjih zajednica na istraživanim lokacijama

## Rezultati i rasprava

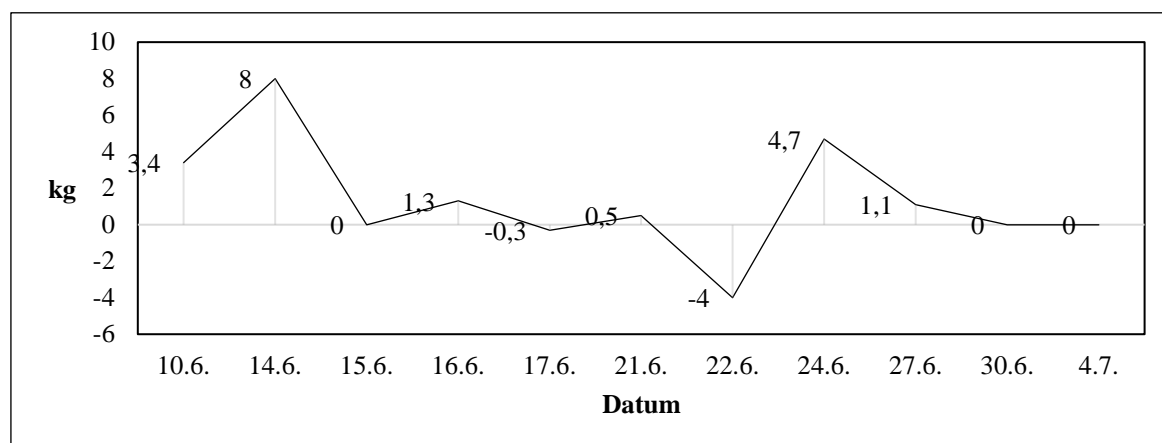
Poznato je da za izlučivanje nektara značajan upliv imaju temperatura zraka i relativna vlažnost zraka (Nicolson i sur., 2007). Prosječna temperatura zraka u danima mjerenja kretala od 15,5°C (21. lipnja) do 24°C (14. lipnja). U promatranom je razdoblju najniža temperatura zraka utvrđena 18. lipnja i iznosila je 9,5°C, dok je najviša temperatura od 28°C zabilježena 14. lipnja. Prosječna vlažnost zraka kretala od 57,5% (22. lipnja) do 77,5% (24.

lipnja), što su zadovoljavajući uvjeti za izlučivanje nektara većine medonosnih biljaka, ali i aktivnost medonosne pčele (Puškadija i sur., 2007). Raspon se vrijednosti navedenog parametra kretao od 37% do 85%. Izlučivanje je nektara obilnije kada su male razlike između dnevne maksimalne i noćne minimalne temperature, jer se tada obavljaju intenzivno svi životni procesi u biljci. Iako pitomi kesten cvjeta dosta kasno (druga polovina lipnja) kada pčele u prirodi najčešće više nemaju dostatne količine hrane, kestenova paša spada u jednu od najbogatijih. Naime, osim značajnih količina nektara pčele na njoj prikupe i velike količine peludi (Diamandis, 2008), prije svega u prvih nekoliko dana paše, što je potvrđeno i ovim istraživanjem. Iz tog razloga pčelari ga i smatraju značajnom medonosnom biljkom, posebice seleći. Dnevni unosi, kao i na ostalim pčelinjim pašama, uz povoljne vremenske uvijete, prije svega ovise o jačini pčelinje zajednice i tehnologiji pčelarenja koju pčelar primjenjuje. Iz grafikona 1 vidljivo je da je najveći dnevni unos nektara na lokaciji Osoje iznosio 2,46 kg, a najmanji 0,08 kg, dok je bilo i nekoliko dana kada nije bilo unosa zbog nepovoljnih vremenskih uvjeta. Ukupan prinos meda na ovoj je lokaciji iznosio 9,33 kg, s prosjekom od 0,44 kg po danu. Prosječan broj košnica po hektaru iznosio je 7,30.



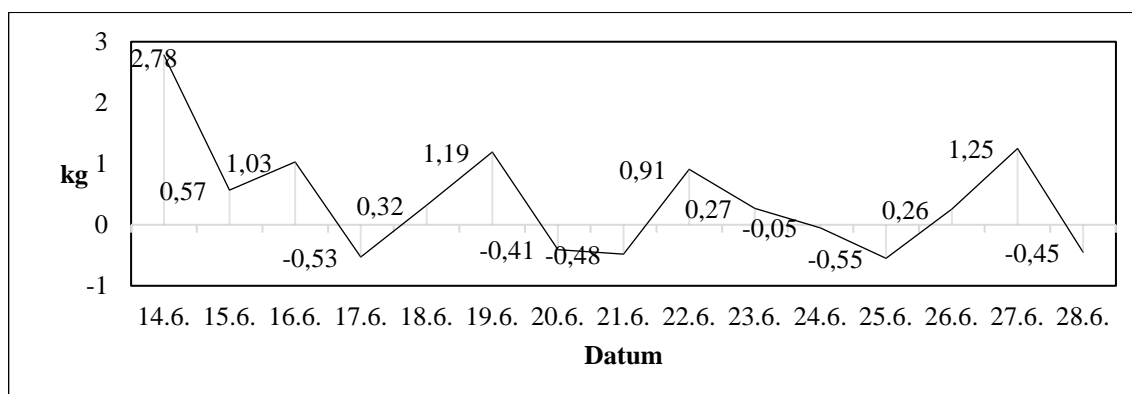
Grafikon 1. Dnevni unos nektara na lokaciji Osoje

Na lokaciji Brubanj zbog tehničkih problema na pčelarskoj vagi unos nektara je bilježen svakih nekoliko dana (zbroj). Tako je ukupan prinos meda iznosio 14,7 kg, s prosjekom od 0,59 kg po danu (grafikon 2). Prosječan broj košnica iznosio je 2,10/ha.



Grafikon 2. Dnevni unos nektara na lokaciji Brubanj

Lokacija Kobiljak iako najizoliranija i s vrlo malim brojem košnica po jedinici površine (0,64 /ha) nije dala najbolje rezultate, što je vidljivo i iz grafikona 3. Naime, iako je najveći dnevni unos nektara na ovoj lokaciji iznosio 2,78 kg, a najmanji 0,26 kg, ukupan prinos meda iznosio je samo 6,11 kg s dnevnim prosjekom od 0,41 kg.



Grafikon 3. Dnevni unos nektara na lokaciji Kobiljak

Na osnovi dobivenih podataka (Tablica 1) razvidno je da je lokacija Osoje prenapučena pčelinjim zajednicama s obzirom na površinu kestenovih sastojina, što se izravno očitivalo na ostvarenim prosječnim prinosima meda po pčelinjoj zajednici. Tako je ona na navedenoj lokaciji iznosila 8,29 kg. Lokacija Brubanj ima gotovo idealan broj pčelinjih zajednica po jedinici površine, što se očitivalo i u prosječno većim prinosima meda po pčelinjoj zajednici, gdje je on iznosio 13,6 kg.

Tablica 1. Prosječni broj košnica i prinos meda (kg) na istraživanim lokacijama

Pčelinjak	Osoje		Pčelinjak	Brubanj		Pčelinjak	Kobiljak	
	Broj košnica	Prinos meda		Broj košnica	Prinos meda		Broj košnica	Prinos meda
PO1	10	10	PB1	12	10	PK1	47	6,11
PO2	20	12	PB2	32	17			
PO3	110	9	PB3	48	13			
PO4	32	11	PB4	42	12			
PO5	126	9	PB5	36	16			
PO6	44	8	PB6	60	14			
PO7	126	5						
PO8	96	6						
PO9	48	6						
PO10	80	5						
PO11	100	10						
PO12	32	7						
PO13	36	8						
PO14	280	10						
<b>Prosjek</b>	<b>81,43</b>	<b>8,29</b>		<b>38,33</b>	<b>13,6</b>		<b>47</b>	<b>6,11</b>

Na lokaciji Kobiljak nalazio se samo jedan seleći pčelinjak, s vrlo malim brojem košnica s obzirom na površinu kestenove šume, ali one svejedno nisu polučila zadovoljavajuće rezultate. To se može pripisati greškama u pripremi pčelinjih zajednica za pašu, odnosno u tehnologiji pčelarenja ili zdravstvenom stanju kestena. Naime, na tom je području zamijećena prisutnost kestenove ose šiškarice (*Dryocosmus kuriphilus*). Zbog napada pupova i stvaranja šiški ona smanjuje lisnu masu kestena te sprječava razvoj izbojaka i cvjetova (Matošević, 2012). Šiške ujedno smanjuju i fotosintetsku površinu lista uslijed čega dolazi do slabijeg izlučivanja nektara što se direktno može povezati s manjim prinosom meda na navedenoj lokaciji.

## Zaključak

Lovište III/29 Prolom s ukupnom površinom kestenovih sastojina od 338,8 ha područje je zanimljive medonosne paše. Pitomi kesten odlična je medonosna biljka jer luči zadovoljavajuću količinu nektara i značajno velike količine peludi u odnosu na druge biljne vrste. Najveći broj košnica bio je utvrđen na lokaciji Osoje (1140) s prosjekom od 7,30 košnica/ha, dok je najmanji broj utvrđen na lokaciji Kobiljak (47) s prosjekom od 0,64 košnice/ha. Najveći dnevni unos nektara bio je utvrđen na lokaciji Kobiljak i iznosio je 2,78 kg, a najmanji na lokaciji Osoje, 0,08 kg, dok je prosječan unos iznosio 0,48 kg. Pravovremena priprema pčelinjih zajednica za nadolazeću pašu, zadovoljavajuće vremenske prilike i zdravstveno stanje kestena te pravilan raspored pčelinjih zajednica na paši ima veliku ulogu u konačnom prinosu meda.

## Literatura

- Anonimus (2008). Revizija lovno-gospodarske osnove za državno lovište III/29 Prolom za razdoblje gospodarenja: 01. travnja 2008. – 31. ožujka 2016. godine. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
- Bučar M. (2008). Medonosne biljke kontinentalne Hrvatske, Matica hrvatska Petrinja.
- Diamandis S. (2008). Sweet chestnut (*Castanea sativa*): a nuttree with great potential still to be exploited. *Acta Hort*, 784: 37-42.
- Fernandez-Lopez J., Alia, R. (2003). Technical Guidelines for genetic conservation and use for chestnut (*Castanea sativa*). Euforgen
- Hrvatske šume, Uprava šuma podružnica Sisak, šumarija Glina (2010). Karta uređajnih razreda. Gospodarska jedinica Prolom-Kobiljak-Šašava. Odjel za uređivanje šuma.
- Matošević D. (2012). Novi štetnik na pitomom kestenu u Hrvatskoj. *Šumarski list*, 186: 12-13.
- Nicolson W. S., Nepi M., Pacini E. (2007). Nectaries and nectar. Springer. Netherlands
- Novak Agbaba S., Čelepirović N., Čurković Perica M. (2011). Zaštita šuma pitomog kestena. *Šumarski list – Posebni broj* (2011), 202-210.
- Puškadija, Z., Štefanić, E., Mijić, A., Zdunić, Z., Paradžiković, N., Florijančić, T., Opačak, A. (2007). Influence of weather conditions on honey bee visits (*Apis mellifera carnica*) during sunflower (*Helianthus annuus* L.) blooming period. *Poljoprivreda*. 13: 1, 230-233.

## Estimation of the capacity of chestnut honey bee forage on the hunting ground III / 29 Prolom

### Abstract

The aim of this study was to estimate the capacity of chestnut bee forage on the hunting ground III/29 Prolom, considering the surface of chestnut forests and the number of honey bee colonies. Research was conducted in 2015 during chestnut pasture on the hunting ground III/29 Prolom. The number of beekeepers, as well as the numeric state of honey bee colonies was determined on above mentioned location. The surface of chestnut forests was determined based on data provided by Glina Forestry. The highest number of beehives was recorded on location Osoje (1140) with average of 7,30 beehives/ha and average honey yield of 8,9 kg/beehive, while the lowest number was determined on location Kobiljak (47) with an average of 0,64 beehives/ha and average yield of 6,4 kg/beehive.

**Key words:** chestnut pasture, hunting ground III/29 Prolom, nectar, daily yield, honey

## Fizikalno-kemijska svojstva meda s područja Dalmacije

Ana Rončević, Lidija Svečnjak, Dragan Bubalo, Saša Prđun

*Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska  
(lsvecnjak@agr.hr)*

### Sažetak

Cilj je ovog rada bio utvrditi fizikalno-kemijska svojstva meda s područja Dalmacije, a u tu je svrhu u razdoblju 2014.-2015. godine prikupljeno i analizirano ukupno 171 uzoraka meda. Prosječni se udio vode kretao od 15,5 % (med od ružmarina) do 18,4 % (med od vrijesa). U 2014. godini, prosječno najniža vrijednost električne provodnosti utvrđena je u uzorcima vriskova meda (0,38 mS/cm), a najviša u uzorcima medljikovca (1,27 mS/cm), dok je u 2015. najniža srednja vrijednost ustanovljena u uzorcima meda od ružmarina (0,15 mS/cm), a najviša u uzorcima medljikovca (1,01 mS/cm). Prosječna se pH vrijednost u 2014. godini kretala od 3,85 u uzorcima livadnog meda do 5,45 u uzorcima meda od drače, dok je u 2015. najniža srednja vrijednost utvrđena u uzorcima meda od ružmarina (3,88), a najviša u uzorcima meda od drače (5,32).

**Ključne riječi:** med, Dalmacija, udio vode, električna provodnost, pH vrijednost

### Uvod

Bioraznolikost medonosnih biljnih vrsta iz različitih klimatsko-zemljopisnih regija Hrvatske (Panonska, Gorska, Jadranska) pruža veliki potencijal za proizvodnju specifičnih i uobičajenih vrsta meda. Međutim, zbog specifičnosti mediteranskog i submediteranskog podneblja u koji spada i područje Dalmacije, medonosna flora omogućava proizvodnju raritetnih vrsta meda specifičnog senzorskog profila, što se odražava na izraženija organoleptička svojstva (boja, miris, okus). Budući da su najpoznatije vrste meda s navedenog područja istraživane, međutim noviji bi podatci istraživanih uzoraka meda predstavljali važan doprinos u vidu još boljeg poznavanja njihovih fizikalno-kemijskih značajki. Stoga je cilj ovog rada bio na osnovu odabranih fizikalno-kemijskih parametara (udio vode, električna provodnost, pH vrijednost) okarakterizirati vrste meda s područja Dalmacije.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na 171 uzoraku meda prikupljenih s manifestacije Ocjenjivanja meda („Međunarodni pčelarski sajam i ocjenjivanje meda Dalmatina“) tijekom 2014. i 2015. godine. Nakon prethodno provedene orijentacijske melisopalinološke (peludne) analize (Loveaux i sur., 1978) na prikupljenim su uzorcima meda određeni fizikalno-kemijski parametri sukladno metodama službeno propisanim od strane međunarodne komisije za med (International Honey Commission, 2009). Od fizikalno-kemijskih parametara na prikupljenim uzorcima meda provedene su sljedeće analize: određivanje udjela vode, električne provodnosti i pH vrijednosti meda.

### Rezultati i rasprava

Temeljem rezultata orijentacijske kvalitativne melisopalinološke analize istraživani uzorci meda su identificirani i klasificirani kao multiflorni med (cvjetni, livadni), medljikovac i uniflorni med sljedećih biljnih vrsta: drača (*Paliurus spina-christi* Mill.), kadulja (*Salvia*

*officinalis* L.), krkavina (*Rhamnus* spp.), lavanda (*Lavandula* spp.), lipica (*Dorycnium* spp.), ružmarin (*Rosmarinus officinalis* L.), vrijes (*Erica* spp.) i vrisak (*Satureja* spp.).

Sadržaj je vode tehnološki parametar i značajan kriterij kakvoće koji određuje sposobnost meda da se odupre fermentaciji i ostane stabilan, no nema važnost za određivanje botaničkog niti zemljopisnog podrijetla meda (Svečnjak, 2015). Udio vode u istraživanim uzorcima meda iz 2014. godine kretao se u rasponu od 15,0 – 20,0 %. Najniža vrijednost utvrđena je kod uzorka medljikovca, a najviša kod uzorka meda od vrisaka. Jedan uzorak vrisakova meda imao je udio vode veći od dozvoljenog (22,8 %), stoga je izlučen iz daljnje analize. Vrijednosti udjela vode u uzorcima meda iz 2015. godine bile su nešto niže, a kretale su se od 14,4 % kod cvjetnog meda do 19,8 % kod meda od vrisaka (Tablica 1). Vjerojatni razlog povećanog udjela vode u uzorcima vrisakova meda u obje godine istraživanja se može povežati s vremenskim razdobljem u kojem se ova paša pojavljuje (krajem kolovoza i rujna) i izdašnošću priliva nektara. Naime, opće je poznato da u navedenom razdoblju populacija pčela u pčelinjoj zajednici opada, a vrisakova je paša prepoznata po iznimno velikom dnevnom unosu nektara (Šimić, 1984). Stoga, nesrazmjer između dovoljnog broja radilica koje su potrebne za izdvajanje suvišne vode tijekom sazrijevanja meda i pristiglih količina nektara je utjecao na povišeni udio vode u istraživanim uzorcima vrisakova meda.

Tablica 1. Deskriptivna statistika udjela vode u uzorcima meda iz 2014. i 2015. godine

Vrsta meda	Udio vode (%)							
	2014.				2015.			
	<i>n</i> =78	min-max	$\bar{x}$	SD	<i>n</i> =92	min-max	$\bar{x}$	SD
Cvjetni	28	15,4 – 19,0	17,5	0,95	46	14,4 – 19,6	16,9	1,11
Drača	2	16,8 – 17,2	17,0	0,28	5	16,0 – 16,7	16,3	0,28
Kadulja	1	16,2	16,2	-	16	14,8 – 16,8	15,6	0,54
Krkavina	0	-	-	-	1	16,6	16,6	-
Lavanda	1	17,8	17,8	-	0	-	-	-
Lipica	0	-	-	-	3	16,0 – 18,6	17,0	1,4
Livadni	5	16,2 – 19,2	17,9	1,10	1	16,1	16,1	-
Medljikovac	15	15,0 – 18,0	16,4	0,84	14	14,6 – 17,2	16,0	0,71
Ružmarin	1	18,4	18,4	-	2	15,4 – 15,6	15,5	0,14
Vrijes	7	17,2 – 19,6	18,4	0,89	0	-	-	-
Vrisak	18	17,0 – 20,0	18,2	0,95	4	16,4 – 19,8	18,0	1,41

Vrijednosti električne provodnosti u uzorcima meda od ružmarina iz 2015. godine (0,14 mS/cm i 0,16 mS/cm) u skladu su s literaturnim podacima za ružmarinov med, prema kojima srednja vrijednost iznosi 0,15 mS/cm (0,08 – 0,23 mS/cm), dok je vrijednost uzorka iz 2014. godine (0,26 mS/cm) bila malo viša od maksimalne vrijednosti koju za tu vrstu meda navode Persano Oddo i Piro (2004). Nešto više vrijednosti električne provodnosti u rasponu od 0,10 – 0,35 mS/cm ustanovili su Bogdanov i sur. (1999).

U uzorku meda od lavande iz 2014. godine, izmjerena je vrijednost električne provodnosti iznosila 0,35 mS/cm (Tablica 2). Prema podacima Persano Oddo i Piro (2004) vrijednosti su električne provodnosti za navedenu vrstu meda neznatno niže, od 0,12 – 0,31 mS/cm sa srednjom vrijednošću od 0,21 mS/cm. Međutim, prema rezultatima istraživanja Bogdanov i sur. (1999), vrijednosti električne provodnosti za med od lavande kreću se od 0,12 – 0,60 mS/cm iz čega proizlazi kako med od lavande s područja Dalmacije ne odstupa od graničnih vrijednosti utvrđenih za navedenu vrstu meda.

Tablica 2. Deskriptivna statistika električne provodnosti uzoraka meda iz 2014. i 2015. godine

Vrsta meda	Električna provodnost (mS/cm)							
	2014.				2015.			
	<i>n</i> =78	min-max	$\bar{x}$	SD	<i>n</i> =92	min-max	$\bar{x}$	SD
Cvjetni	28	0,35 – 0,91	0,57	0,14	46	0,25 – 0,79	0,49	0,14
Drača	2	0,80 – 0,92	0,86	0,08	5	0,68 – 0,79	0,72	0,04
Kadulja	1	0,27	0,27	-	16	0,21 – 0,42	0,27	0,05
Krkavina	0	-	-	-	1	1,01	1,01	-
Lavanda	1	0,35	0,35	-	0	-	-	-
Lipica	0	-	-	-	3	0,18 – 0,29	0,23	0,05
Livadni	5	0,35 – 0,55	0,44	0,09	1	0,66	0,66	-
Medljikovac	15	0,82 – 1,61	1,27	0,28	14	0,80 – 1,64	1,01	0,24
Ružmarin	1	0,26	0,26	-	2	0,14 – 0,16	0,15	0,01
Vrijes	7	0,47 – 0,87	0,60	0,15	0	-	-	-
Vrisak	18	0,26 – 0,69	0,38	0,11	4	0,26 – 0,45	0,34	0,08

U uzorcima meda od kadulje iz 2014. i 2015. godine, vrijednosti električne provodnosti kretale su se u rasponu od 0,21 – 0,42 mS/cm s prosječnom vrijednošću od 0,27 mS/cm (Tablica 2). Dobiveni rezultati u skladu su rezultatima istraživanja Svečnjak i sur. (2015), u kojima su vrijednosti električne provodnosti za med od kadulje iznosile od 0,21 – 0,54 mS/cm, s prosječnom vrijednošću od 0,34 mS/cm. Minimalne su vrijednosti električne provodnosti uzoraka meda od vrisaka bile jednake (0,26 mS/cm) u 2014. i 2015. godini, dok su srednje vrijednosti iznosile 0,38 mS/cm za 2014. godinu te 0,34 mS/cm za 2015. godinu (Tablica 2). U usporedbi s rezultatima drugih autora, dobivene srednje vrijednosti električne provodnosti nešto su više. Prema Svečnjak i sur. (2015), prosječna vrijednost električne provodnosti za med od vrisaka iznosila je 0,29 mS/cm (0,21 – 0,44 mS/cm). Vrijednosti električne provodnosti za vrijesov med kretale su se u rasponu od 0,47 – 0,87 mS/cm, sa srednjom vrijednošću od 0,60 mS/cm. U usporedbi s literaturnim podacima za vrijesov med, dobivene su vrijednosti nešto niže. Svečnjak i sur. (2015) utvrdili su srednju vrijednost od 0,69 mS/cm (0,47 – 0,83 mS/cm), dok je prema podacima Bogdanov i sur. (1999) raspon vrijednosti električne provodnosti za vrijesov med znatno veći, a kreće se od 0,42 – 1,40 mS/cm. Med od drače, kao i vrijesov med, karakterizira viša vrijednost električne provodnosti u odnosu na ostale nektarne vrste meda. U uzorcima meda iz 2014. godine, prosječna vrijednost dvaju uzoraka iznosila je 0,86 mS/cm, dok je u 2015. godini srednja vrijednost iznosila 0,72 mS/cm. Dobiveni rezultati pokazuju povišenu srednju vrijednost u odnosu na rezultat od 0,68 mS/cm koji navode Kenjerić i sur. (2008). Utvrđene vrijednosti uzoraka multiflornog meda nisu pokazale znatna odstupanja u odnosu na podatke iz dostupne literature. Srednje su vrijednosti električne provodnosti u uzorcima livadnog meda bile nešto niže u odnosu na cvjetni med. U uzorcima cvjetnog meda iz 2014. godine vrijednosti su se kretale od 0,35 – 0,91 mS/cm, sa srednjom vrijednošću od 0,57 mS/cm, dok je električna provodnost u uzorcima iz 2015. godine bila nešto niža, s prosječnom vrijednošću od 0,49 mS/cm (Tablica 2). Izmjerene vrijednosti električne provodnosti medljikovca iz 2014. i 2015. godine, u skladu su s očekivanjima za tu vrstu meda. Srednja je vrijednost iznosila 1,27 mS/cm za uzorke meda iz 2014. godine, dok je u 2015. godini bila nešto niža, 1,01 mS/cm. Podjednaku vrijednost od 1,0 mS/cm utvrdili su Primorac i sur. (2009).

Zbog nedostatne količine uzoraka nije bilo moguće provesti analizu pH vrijednosti za sve prikupljene uzorke meda.



Tablica 3. Deskriptivna statistika pH vrijednosti uzoraka meda iz 2014. i 2015. godine

Vrsta meda	pH							
	2014.				2015.			
	n=56	min-max	$\bar{x}$	SD	n=88	min-max	$\bar{x}$	SD
Cvjetni	28	3,88 – 4,82	4,16	0,20	45	3,84 – 4,98	4,22	0,26
Drača	2	5,41 – 5,48	5,45	0,04	5	4,96 – 6,39	5,32	0,60
Kadulja	1	4,15	4,15	-	13	3,84 – 4,71	4,28	0,28
Krkavina	0	-	-	-	1	5,68	5,68	-
Lipica	0	-	-	-	3	3,87 – 3,90	3,88	0,01
Livadni	4	3,81 – 3,94	3,85	0,06	1	4,26	4,26	-
Medljikovac	2	4,19 – 4,37	4,28	0,12	14	4,47 – 5,49	4,81	0,28
Ružmarin	1	3,72	3,72	-	2	3,82 – 3,94	3,88	0,08
Vrijes	6	4,04 – 4,46	4,28	0,17	0	-	-	-
Vrisak	12	3,84 – 4,52	4,09	0,19	4	3,74 – 4,05	3,90	0,12

Prosječna pH vrijednost uzoraka meda od drače iz 2014. godine iznosila je 5,45, dok je u 2015. godini bila nešto niža i iznosila 5,32 (Tablica 3). U istraživanju Kenjerić i sur. (2008) prosječna je pH vrijednost za med od drače iznosila 4,80. Iz tablice 3. je razvidno da je srednja vrijednost uzoraka meda od kadulje u 2015. godini iznosila 4,28, dok je u 2014. godini analiziran samo jedan uzorak s utvrđenom pH vrijednosti od 4,15. Dobivene vrijednosti nešto su više u odnosu na rezultate istraživanja Svečnjak i sur. (2015), gdje je prosječna pH vrijednost iznosila 4,02. U uzorku ružmarinova meda iz 2014. godine, izmjerena pH vrijednost iznosila je 3,72, dok su u 2015. godini analizirana samo dva uzorka čija je prosječna pH vrijednost iznosila 3,88 (Tablica 3). Prema podacima Persano Oddo i sur. (2004), prosječna pH vrijednost za med od ružmarina nešto je viša (4,00). Prosječna pH vrijednost uzoraka vrisakova meda iz 2014. godine iznosila je 4,09, dok je u uzorcima iz 2015. godine srednja vrijednost bila nešto niža, 3,90 (Tablica 3). Primjetno je da su utvrđene nešto više vrijednosti u usporedbi s rezultatima istraživanja Svečnjak i sur. (2015) u kojima je prosječna pH vrijednost za med od vrisaka iznosila 3,58.

Prosjek provedenih mjerenja pH vrijednosti vrijesova meda iznosio je 4,28 (Tablica 3), a nešto nižu prosječnu vrijednost od 4,17 utvrdili su Svečnjak i sur. (2015). U slučaju multiflornih vrsta meda, prosječna pH vrijednost uzoraka cvjetnog meda iz 2014. iznosila je 4,16, dok je u uzorcima iz 2015. godine ona iznosila 4,22. Dobivene su vrijednosti bile više u odnosu na prosječnu pH vrijednost malog broja uzoraka livadnog meda (Tablica 3) U 2014. godini analizirana su samo dva uzorka medljikovca s prosječnom pH vrijednosti 4,28 (Tablica 3), dok je 2015. godine prosječna vrijednost iznosila 4,81 (n=14). Podjednake vrijednosti utvrdili su Primorac i sur. (2009), i to 4,8 za uzorke medljikovca s područja Hrvatske te 4,7 za uzorke s područja Makedonije.

## Zaključak

Udio vode u medu je jedan od važnijih parametara kvalitete meda, kao pokazatelj njegove zrelosti i postojanosti, ali nema značaj za određivanje botaničkog podrijetla. Srednje su vrijednosti udjela vode u analiziranim uzorcima meda iz 2014. godine bile više u odnosu na one iz 2015. godine, što ukazuje na razlike u tehnološkim postupcima s medom, zatim utjecaja pašnih, kao i vremenskih uvjeta. Električna provodnost i pH vrijednost analiziranih uzoraka meda kretale su se u rasponu vrijednosti utvrđenih za uniflorne vrste meda s područja Europe prema dostupnoj literaturi, a neznatna odstupanja mogu se pripisati zemljopisno-klimatskim specifičnostima mediteranskog i submediteranskog područja s kojeg su prikupljeni istraživani uzorci. Rezultatima ovog istraživanja potvrđeno je kako su

vrijednosti odabranih fizikalno-kemijskih parametara analiziranih uzoraka meda u skladu s europskim kriterijima kakvoće.

## Literatura

- Bogdanov S., Lüllmnn C., Martin P. (1999). Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: Review of the work of the International Commission. *Mitt. Lebensm. Hyg.*, 90: 108-125.
- International Honey Commission. (2009). Harmonised methods of the European Honey Commission. Available from: <http://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>
- Kenjeric D., Primorac Lj., Bubalo D., Čačić F., Corn I. (2008). Palynological and physicochemical characterization of Croatian honeys - Christ's thorn (*Paliurus spina christi* Mill.). *Journal of Central European Agriculture*, 9 (4): 689-696.
- Louveaux J., Maurizio A., Vorwohl G. (1978). Methods of melissopalynology. *Bee World*, 59 (4): 139-157
- Persano Oddo L., Piro R. (2004). Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie*, 35: 38-81.
- Primorac Lj., Angelkov B., Mandić M. L., Kenjeric D., Nedeljko M., Flanjak I., Perl Pirički A., Arapceska M. (2009). Comparison of the Croatian and Macedonian honeydew honey. *Journal of Central European Agriculture*, 10: 263-270.
- Svečnjak L., Bubalo D., Baranović G., Novosel H. (2015). Optimization of FTIR-ATR spectroscopy for botanical authentication of unifloral honey types and melissopalynological data prediction. *European Food Research and Technology*. 240 (6): 1101-1115.
- Šimić F. (1984). *Naše medonosno bilje*. Znanje, Zagreb

## Physico-chemical properties of honey from Dalmatia region

### Abstract

The aim of this study was to determine the physico-chemical properties of honey types from Dalmatia and a total of 171 honey samples were collected and analyzed for this purpose in the period from 2014 to 2015. The average value of water content ranged from 15.5% (rosemary honey) to 18.4% (heath honey). The lowest average value of electrical conductivity was determined in savory honey samples (0.38 mS/cm), and the highest in honeydew honey samples (1.27 mS/cm), while in 2015, the lowest average value was determined in rosemary honey samples (0.15 mS/cm), and the highest in honeydew honey samples (1.01 mS/cm). The average pH value in 2014 ranged from 3.85 in samples of meadow honey to 5.45 in samples of Christ's Thorn honey. In 2015, the lowest average value was determined in rosemary honey samples (3.88), and the highest also in Christ's Thorn honey samples (5.32).

**Key words:** honey, Dalmatia, water content, electrical conductivity, pH value

## The effects of the usage of mechanical equipments of feeding above the scale of its consumption and above the indicators of the growth of the trout *Oncorhynchus mykiss* in the intensive cultivation plants

Rigerta Sadikaj<sup>1</sup>, Dritan Arapi<sup>2</sup>, Edlira Baraj<sup>3</sup>, Enton Spaho<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Natural Sciences, University of Tirana, Tirana, Albania.(rsadikaj@hotmail.com)

<sup>2</sup>Flora and Fauna Research Center, Faculty of Natural Sciences, University of Tirana, Tirana, Albania

<sup>3</sup>FIMIF, Polytechnic University of Tirana, Tirana, Albania

<sup>4</sup>Agricultural University, Tirana, Albania

### Abstract

The circadian rhythms of eating, the daily portions and the index of food conservation have been studied in the groups of rainbow trouts which were fed for 75 days using the Demand Feeder and Belt Feeder equipment. For the study of the circadian rhythms of eating from 50 trouts with an individual weight of  $62.4 \pm 2.2$  g were kept for 21 days in fiberglass tanks with a volume of  $5\text{m}^3$ . For the trouts of the three groups of the experiment the daily portion calculated in one day was served only in one meal, but in different interval of the 24 hours; at  $6^{\circ}$ ,  $19^{\circ}$  and  $24^{\circ}$ . The proof showed that the trouts ate during the whole day but the feeding intensity is not similar in different moments of the 24 hours. Before noon trouts manifest more appetite while at night time the “pasture” activity is reduced. A significant change has been proved in the intensity of eating between morning and evening, on one side and midnight on the other side ( $P \geq 0.999$ ). For the study of daily portions and FCR three groups of rainbow trout composed of 100 individuals with a specific weight of  $50.67 \pm 1.954$  g have been fed for 75 days applying three feeding methods. The highest values of the final weight ( $W_g = 198.13 \pm 3.46$ ) and the lower values of the index of food conservation ( $FCR = 1.11 \pm 0.125$ ) were achieved in the option where trouts were fed according to the request of the equipment Demand Feeder.

**Key words:** rainbow trout, self-feeders, circadian feeding rhythm

### Introduction

A convenient solution to monitor the quantity of food that the fish effectively eats in the cultivation plants is the application of the systems which guarantee eating in accordance with the appetite of the animals. The mechanical systems and the automatic ones register how much food has been distributed, can guarantee the eating of the fish at all times and on the other side they serve to distribute food (Bergout et al., 2012.).

The functioning of the self-feeding equipment, especially those that guarantee feeding “according to the demand”, reduces excessively the expenses of the production as a consequence of the elimination of the costly workforce (Hinshaw, 1999.), improves the indicators of the usage of food (Valente et al., 2001.) and, reducing its losses, reducing the pollution. According to Mohapatra et al., (2009.) the self-feeders “according to the demand” are very convenient because of the fact that the fish decides by himself when to take the food and how much to consume.

The work we present has had as a purpose the analyzing of the effectiveness of the use of food concentrated from the trout “rainbow” (*Oncorhynchus mykiss* Walb.) in the conditions of the application of the alternative practices of the feeding of the food portion.

## Material and methods

The study was held in the plant of Lin (Pogradec). The “rainbow” trout have been kept and treated in vetrorezine containers with a capacity of 5m<sup>3</sup>. In one container the water flow rate has been regulated depending on the present ictiomass (1.0-1.5 l/min/1kg fish, for the water with temperature 10°-11 °C). In two containers of the proof have been placed the mechanical equipment of the feeding.

The basic criteria of the determination of the daily food portion for the trout of the group of control and for those of the two groups of the experiment have been the values of the ictiomass that was fed and the water temperature (Alanara et al., 2001.).

- The rhythmic patters of eating during the 24 hours:

In order to standardize the quantitative aspect of the fractions of the diet that the trout must take at different times of the day, we have studied for three weeks the 24-hour rhythmic pattern of the feeding of the trout. In three containers, in June 2011, 50 trout were put which had individual average weight ( $M\pm m$ ) 62.4±2.2 g. For the trout of the three groups of the experiment the food portion calculated in one day was given only during one meal, but in different intervals of the 24 hours. The food treatment of one group started at 6<sup>oo</sup>. The second group started to be fed at 19<sup>oo</sup> and the third group at 24<sup>oo</sup>.

- Feed conversion ratio (*feed conversion ratio*-FCR):

Feed conversion ratio (FCR) has been calculated with the quantity of the food administered (kg) towards the addition of the ictiomass (kg). The calculation is made with the formula (Aderolu et al., 2010.):

$$FCR = F/(W_f - W_o), \text{ where:}$$

F-the quantity of the food that has been given to the fish during the period of the proofs

W<sub>o</sub>-the alive weight (ictiomass) of the fish at the moment of the start of the proofs.

W<sub>f</sub>-the alive weight (ictiomass) of the fish after the proofs.

## Results and discussion

The rhythmic pattern of the feeding during the 24 hours

The figures that have resulted from the visual evaluation of the relative scale of the filling of the digestive system (%) show that the rhythmic pattern of the feeding of the “rainbow” trout is not similar during the 24 hours. The group that took all the daily food portion in the first hours of the morning showed higher values of the scale of the filling of the digestive system compared to the two other groups. The value of *t<sub>s</sub>* resulted equal with 8.27 and  $P \geq 0.999$  when this group was compared to the group that was fed at 19<sup>oo</sup>, while the corresponding values of these statistic indicators were *t<sub>s</sub>*=13.65 and  $P \geq 0.999$  when the comparison was made with the group that was fed at midnight. From the comparison of the group that was fed in the evening and the group that was fed at midnight the same situation has resulted (*t<sub>s</sub>*=4.47 and  $P \geq 0.999$ ).

The proof held showed that the trout are fed at every moment of the 24 hours, although the intensity of the eating from the trout is not similar at different times of the 24 hours. Before noon the trout manifest more expressed appetite while at night the “eating” activity is reduced.

### Feed Conversion Ratio (FCR)

For the period from 15 March to 30 July has been proved a reduction of the F (%) values with the increase of the average value of the individual weight of the fish.

The average of the change of F (%), for the consecutive weight groups estimated in intervals of 15 days has been  $M \pm m = 1.133 \pm 0.04$ . The change between the corrected average value of the daily food portion (F %) that has been applied in the two groups of the trout of the experiment and the average chart value has been 14.7%.

The average values of the daily food portion, calculated in % towards the average weight of the individuals that were treated, for the period of the realization of the proof have been:  $1.982 \pm 0.178$  for the control group,  $1.940 \pm 0.172$  for the group of the trout that took the food from the equipment Demand Feeder and  $1.953 \pm 0.175$  for the group of trout to which the food was given using the equipment Belt Feeder. Statistically confirmed changes have not been certified for the average values of the daily food portion compared to the control group and the group of trout that took the food according to the demand ( $t = 0.16$ ;  $P \leq 0.95$ ) and also compared through the trout of the group of control and the trout that were fed through the equipment Belt Feeder ( $t = 0.12$ ;  $P \leq 0.95$ ).

The average values ( $M \pm m$ ) of the real daily quantities of food (g) that have been given for an individual, during the period of the proofs, have been:  $2.1 \pm 0.202$  g for the trout of the groups of control,  $2.2 \pm 0.250$  g for the trout that took the food from the equipment Demand Feeder and  $2.28 \pm 0.231$  g for the trout that were fed using the equipment Belt Feeder. The statistical data elaboration did not prove significant changes between the daily average values of the quantities of food that were given for the trout of the group of control and for the trout that took the food from the equipment Demand Feeder ( $t = 0.31$ ;  $P \leq 0.95$ ). The same situation was proved and compared the groups of the control trout and the groups of the trout that were fed using the equipment Belt Feeder ( $t = 0.59$ ;  $P \leq 0.95$ ).

The regression equation for the affiliation between the quantity of the food that has to be administered (Fkg) to guarantee the growth of a determined ictiomass (Wkg) had the form:

$F = a \ln(W) - b$ , where:

F(kg) – the quantity of the food that has to be administered

W(kg) – ictiomass that has to be fed

For the control version (K) and the two versions of the proof (DF and BF) the calculated coefficients of this equation have been as follows:

$$F = 1.5844 \ln(W) - 0.4300 \quad r = 0.952 \quad (\text{K})$$

$$F = 1.6663 \ln(W) - 0.6362 \quad r = 0.946 \quad (\text{DF})$$

$$F = 1.6971 \ln(W) - 0.6791 \quad r = 0.948 \quad (\text{BF})$$

### Conclusions

1. The existence of the circadian feeding rhythms in the “rainbow” trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) dictates the need of fractioning of the daily feeding rate to at least two meals which must be given at the lighting phase of the 24 hours, in the morning (50%) and in the evening (35%). A third meal can be given at midnight (15%).

2. The use of the mechanical equipment for feeding, compared to the implementation of the traditional method of distribution with his hand, has guaranteed a technical alternative which

harmonizes feeding with variations that the appetite of the fish face, improving in this way all the indicators of the use of food.

3. In the conditions when the water temperature that furnished the cultivation plant does not change, the determination of the size of the daily feeding rate must be made taking into consideration the changes of the weight of the fish in really short time intervals.

The calculations for the correction of the daily feeding rate is made according to a mathematical calculation which uses the data of the standard charts of the daily feeding rates, in % towards the weight of the fish that are fed.

4. The values of the feeding conversion ratio (FCR) that have resulted from the study held (1.11-1.20) show that the food used has been of a high quality. This statement proves the opinion that in the estimation of commercial foods FCR predicted must be one of the features that must be taken into consideration when the decision to buy the food that will be used is taken.

5. The estimation of the performance of the diets and the application of the real feeding protocol which take into consideration the specific features of the farm and the potentials of the growth of the fish, not only in the conditions of the experimental proofs but also in the cultivation practice are very important for the optimization of the growth, in order to guarantee lower values of effectiveness of the food conversion, the quality of the products and the economic rationalization of the production.

## References

- Aderolu Z.A., Seriki M.B., Apatira L.A., Ajaegbo U.C. (2010). Effects of feeding frequency on growth, feeding efficiency and economic viability of rearing African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) fingerlings and juveniles. *African Journal of Feed Science*. Vol. 4(5); 286-290.
- Alanara A., Kadri, S., Paspatis, M. (2001). Feeding management. In: Houlihan, D. F., Boujard, T., Jobling, M. (Eds.), *Feed Intake in Fish*. *Blackwell Science*. Oxford UK.
- Begout M-L., Kadri S., Huntingford F., Damsgård B. (2012). Tools for Studying the Behaviour of Farmed Fish. In *Aquaculture and Behavior*. Edited by: Felicity Huntingford, Malcolm Jobling and Sunil Kadri. Wiley-Blackwell; 78-80.
- Hinshaw, J.M. (1999). Trout Production: Feeds and Feeding Methods. *Southern Regional Aquaculture Center Publication SRAC-223*; 4.
- Mohapatra B.C., Bikash Sarkar, Sharma K. K., Majhi D. (2009). Development and Testing of Demand Feeder for Carp Feeding in Outdoor Culture System. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript No 1352, vol. XI.
- Valente P.M.L., Fauconneau B., Gomes S.F.E., Boujard T. (2001). Feed intake and growth of fast and slow growing strains of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed by automatic feeder or by self-feeders. *Aquaculture*; Vol. 195 (1-2), 121-131.

## Prinosi remiza za krupnu divljač u brdskom području panonskog dijela Hrvatske

Darko Uher<sup>1</sup>, Šimun Špoljarić<sup>2</sup>, Kristijan Puškarić<sup>3</sup>, Tomislav Ivanušić<sup>3</sup>, Krešimir Krapinec<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Forage and Grassland, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska (duher@agr.hr)

<sup>2</sup>Andrije Kačića Miošića 28, 33000 Virovitica, Croatia

<sup>3</sup>Bc Institut d.d., Dugoselska 7, 10 370 Dugo Selo, Croatia

<sup>4</sup>University in Zagreb, Faculty of Forestry, Department for Forest Protection and Wildlife Management, Svetošimunska cesta 25 10 000, Zagreb, Croatia

### Sažetak

Na četiri poljoprivredne površine (remize) tijekom tri roka košnje dobivene su statistički značajne razlike u prinosima flornih sastavnica zasijanog travnjaka. Sijane trave, zeljanice te korovske vrste su dominirale u prinosima  $363,3 \pm 23,7$  kg ha<sup>-1</sup> suhe tvari (trave),  $309,6 \pm 29,3$  kg ha<sup>-1</sup> suhe tvari (zeljanice i korovi), dok su djeteline imale signifikantno niže prinose  $126,0 \pm 23,4$  kg ha<sup>-1</sup> suhe tvari. Tijekom godine se prinosi nisu mijenjali. Budući da se radi o zapuštenim poljoprivrednim površinama prinosi suhe tvari su bili višestruko niži nego oni koje su proveli drugi autori. Stoga je, radi smanjenja šteta na ratarskim usjevima, potrebno intenzivirati podizanje oraničnih remiza (osobito DTS-a) u „šumskim lovištima“ kako bi se podigla kvaliteta sočnih voluminoznih krmiva za divlje parnoprstaše.

**Glavne riječi:** djetelinsko-travna smjesa, rok košnje, prinosi, divlji parnoprstaši

### Uvod

Jedan od glavnih problema u lovnom gospodarenju predstavlja uzgoj divljih parnoprstaša u „šumskim lovištima“. S trofičke strane šume ne predstavljaju kvalitetnu sastavnicu staništa te je u svrhu smanjenja šteta na šumskim i poljoprivrednim kulturama u srednjoj Europi nužno podizati oranične i travnjačke remize (Prien, 1997.). Istraživanja prihrane divljači na području Slavonije (Krapinec i sur., 2013) pokazala su da se godišnje divljači iznese preko 3 000 tona krepkih krmiva, odnosno da lovci radije u lovištima izlažu krepka krmiva nego da osnivaju oranične remize. Oranične remize su najslabije ratarskim kulturama s tom razlikom da težište nije na proizvodnji krajnjih ratarskih proizvoda (npr. zrna) nego se nastoji divljači omogućiti napasivanje tijekom cijele godine (Weis, 1997.). U lovačkoj operativi su se kao najoptimalnije pokazale djetelinsko-travne smjese. No, budući da je čak i uz istu normu sjetve pojedinih flornih sastavnica DTS-a teško predvidjeti krajnji ishod, odnosno optimalan omjer zasijanih flornih sastavnica, koristan je svaki podatak koji je moguće prikupiti s terena.

### Materijal i metode

Terenski dio istraživanja je obavljen u državnom otvorenom lovištu broj X/11 „Suhopoljska Bilogora“. Lovište je brežuljkastog tipa, a udio šuma iznosi 84 %, dok je udio oranica i travnjaka svega 12 %. U lovištu se gospodari jelenom običnim (*Cervus elaphus*), srnom običnom (*Capreolus capreolus*) i divljom svinjom (*Sus scrofa*). Istraživanje prinosa djetelinsko-travnih smjesa se provodilo na četiri oranične površine (remiza 1 - 0,29 ha, močvarno-glejno tlo; remiza 2 - 0,34 ha, lesivirano tlo na praporu; remiza 3 - 0,18 ha, lesivirano tlo na praporu i remiza 4 - 0,41 ha, obronačni pseudoglej). Osnovna obrada tla

(oranje) je izvršena u kasnu jesen 2015. godine (remiza 1-3), odnosno u proljeće 2016. godine (remiza 4) dok je dopunska obrada tla (tanjuranje) za sve četiri poljoprivredne površine (remize) obavljeno u proljeće 2016. godine. Prije tanjuranja u tlo je uneseno mineralno gnojivo formulacije NPK 15:15:15 u količini od 600 kg ha<sup>-1</sup>. Drljanje tla je obavljeno tjedan dana prije sjetve TDS-a. Sjetva je obavljena 8. travnja 2016. godine. Za sjetvu TDS-a se koristila mehanička sijačica proizvođača Amazone tipa D7 Special. Sastav djetelinsko-travnih smjesa: remiza 1 (bijela djetelina, engleski ljulj, mačji repak, vlasulja trstikasta, vlasulja nacrvena i klupčasta oštrica), remiza 2 (crvena djetelina, engleski ljulj, vlasulja trstikasta, vlasulja nacrvena i klupčasta oštrica), remiza 3 (smiljkita roškasta, engleski ljulj, vlasulja trstikasta, vlasulja nacrvena i klupčasta oštrica) i remiza 4 (crvena djetelina, engleski ljulj, vlasulja trstikasta, vlasulja nacrvena i klupčasta oštrica) u količini 30 kg ha<sup>-1</sup> za svaku djetelinsko-travnu smjesu. Prije sjetve sjeme djetelinsko-travne smjese je bilo tretirano s Bactofil-om A10 i Bactofil-om B10 (200 ml/30 kg sjemena). Nakon što je sjeme djetelina i trava niknulo na svakoj remizi ograđene su tri kontrolne površine od 1 m<sup>2</sup> kako bi se spriječilo napasivanje od strane divljači. S kontrolnih površina od 1 m<sup>2</sup> (ograđeno i neograđeno) uzimani su uzorci svježe biomase u tri roka košnje: 28. lipnja 2016., 29. srpnja 2016. i 5. rujna 2016. godine. Uzorci su u svježem stanju stavljeni na led u hladnjak te transportirani u laboratorij za Zoologiju Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. U laboratoriju se obavljalo razvrstavanje po flornim sastavnicama svakoga od uzoraka uzetih sa četiri poljoprivredne površine (remize). Nakon završenog razvrstavanja uzorci su sušeni 12 sati na temperaturi od 105 °C u sušioniku Binder F 115. Mjerenje prinosa biomase, svježe mase i prinosa suhe tvari provedeno je pomoću laboratorijske vage Acculab BD ED 200 (ATL 423-I) na stotinku grama točno. Prinosi u svježem i suhom stanju su grupirani na slijedeće florne sastavice: sijane trave, sijane djeteline te zeljanice i korove. Stoga su u daljnjim analizama za svaki rok košnje (datum) i flornu sastavnicu tratine zajedno uvrštavani podaci ograđenih i neograđenih ploha. Razlike u varijancama među skupinama podataka su testirane Levene-ovim testom, dok su za ispitivanje razlike u prinosima korišteni Sheffe-ov post hoc i Kruskal-Wallis test.

## Rezultati i rasprava

Djetelinsko-travne smjese nisu novina u lovnom gospodarenju, a Weiss (1997.) ih je svrstao u mješovite oranične remize za krupnu divljač s napomenom da ih je unutar jedne godine optimalno koristiti u razdoblju travanj-studeni. Osnovni nedostatak djetelinsko-travnih smjesa, u usporedbi s mješovitim oraničnim remizama na bazi kupusnjača je njihova dostupnost za divljač zimi jer ih rano prekrije snijeg. Bez obzira radi li se o svježoj ili suhoj biomasi flornih sastavnica nije nađena signifikantna razlika između ograđenih i neograđenih površina pod djetelinsko-travnim smjesama. Ovo ukazuje kako one nisu bile značajnije posjećene od strane divljači jer bi zbog napasivanja i gaženja neograđeni dijelovi kulture bili slabije pokrovnosti i fitomase (Krapinec, 2002.). Unutar svake florne sastavnice nije utvrđena signifikantna razlika u prinosu s obzirom na rok košnje, bez obzira radi li se o svježoj ili suhoj fitomasi. Prinos TDS-a u prvom roku košnje (krajem lipnja) nije pokazao statistički značajnu razliku između flornih sastavnica tratine. Međutim, kod prinosa u svježem stanju u drugom (29.07.2016.) i trećem roku košnje (05.09.2016.) sijane djeteline su imale signifikantno niže prinose (Tablica 1.) od sijanih trava te zeljanica i korova (više nego dvostruko). Bez obzira na rok košnje prosječan prinos sijanih trava u svježem stanju je iznosio 1 861,6±181,3 kg ha<sup>-1</sup>, sijanih djetelina 589,8±112,4 kg ha<sup>-1</sup> te zeljanica i korova 1 461,6±239,0 kg ha<sup>-1</sup>. Za razliku od prinosa u svježem stanju, prinosi u suhom stanju su pokazali statistički značajnu razliku i u prvom roku košnje. Naime, najviše prinose suhe tvari su imale sijane trave (403,7 kg ha<sup>-1</sup>), nešto manje zeljaste i korovne vrste (271,9 kg ha<sup>-1</sup>), a najniže prinose su imale sijane djeteline (99,7 kg ha<sup>-1</sup>).



Tablica 1. Prinosi flornih sastavnica u svježem i suhom stanju (kg ha<sup>-1</sup>)

Rokovi defolijacije	Florne sastavnice		
	Sijane trave	Sijane djeteline	Zeljanice i korovi
Prinosi u svježem stanju (kg ha <sup>-1</sup> )			
28.06.2016.	1 772,1 a	449,2 a	1 712,2 a
29.07.2016.	2 239,1 a	721,3 b	1 569,4 a
05.09.2016.	1 573,6 a	599,1 b	1 103,3 a
Prinosi u suhom stanju (kg ha <sup>-1</sup> )			
28.06.2016.	403,7 a	99,7 b	271,9 c
29.07.2016.	397,4 a	149,6 b	392,0 a
05.09.2016.	288,9 a	128,8 b	264,9 a

Kasnije su se prinosi zeljastih i korovnih vrsta te sijanih trava izjednačili. Naime, budući da se radi o oraničnim remizama, one nisu tretirane herbicidima. Stoga se na njima javilo i dosta korovskih vrsta. Masovniju pojavu su imali pršljenasti muhar (*Setaria verticillata*), kostrva (*Echinochloa crus-galli*), ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia*) i vunenasta medunika (*Holcus lanatus*). U manjem broju razvili su se šaševi (*Carex* spp.), kiseličasti dvornik (*Polygonum lapathifolium*), ptičji dvornik (*Polygonum aviculare*), velika kiselica (*Rumex acetosa*) i divlja mrkva (*Daucus carota*). Generalno, u suhom stanju prinosi su iznosili 363,3±23,7 kg ha<sup>-1</sup> kod sijanih trava, 126,0±23,4 kg ha<sup>-1</sup> kod sijanih djetelina te 309,6±29,3 kg ha<sup>-1</sup> kod zeljanica i korova. Broj biljnih vrsta i njihovih udjela u djetelinsko-travnih smjesa još dugo će biti predmet znanstvenih istraživanja. No, što je više biljnih vrsta to je teže utvrditi prinos pojedine florne sastavnice u smjesi. Primjerice, Richter i Schmalzer (1997.) su utvrdili razlike glede različitih tretmana navodnjavanja (irigacije), fertilizacije dušičnim gnojivima i vrstama djeteline (hibridna lucerna – *Medicago x varia*, crvena djetelina). Prema njihovim istraživanjima uz fertilizaciju i navodnjavanje binarna smjesa crvene djeteline i neke od trava (*Festulolium braunii* i *Festuca pratensis*) uz četiri otkosa godišnje može dati godišnji prinos od 12 t ha<sup>-1</sup> suhe tvari. Uz iste uvjete, ali režim od četiri otkosa godišnje hibridna lucerna daje godišnji prinos od 13,8 t ha<sup>-1</sup> suhe tvari. Ako se navedeni prinosi usporede s prinosima dobivenim pokusima u ovom radu može se konstatirati kako su prinosi na remizama višestruko niži, no treba uzeti u obzir da se radilo o prinosima koji su dobiveni u godini sjetve. Iako se ovdje radi o DTS-ima s četiri i više vrsta biljaka, istraživanja binarnih smjesa su pokazala kako produktivnost ovisi i o rokovima košnje (defolijaciji). Bošnjak i sur. (2013 a,b) su kod binarnih smjesa crvene djeteline s pojedinim vrstama trava (klupčasta oštrica, vlasulja livadna i vlasulja trstikasta) potvrdili određene zakonitosti glede dinamike prinosa u godini sjetve. Prinos ovisi o fenofazi cvatnje crvene djeteline i u prvom otkosu (faza pupanja crvene djeteline) on je bio 3 686 kg ha<sup>-1</sup> suhe tvari, u drugom otkosu (početak cvatnje crvene djeteline) 4 966 kg ha<sup>-1</sup> suhe tvari, a u trećem (puna cvatnja crvene djeteline) je bio 2 982 kg ha<sup>-1</sup> suhe tvari. Pri tome se udio crvene djeteline u smjesi, bez obzira na vrstu trave, kretao od 85,0 do 95,1 %, dok su korovne vrste imale udio od 2,2 do 3,8 %. Već iduće godine (godina punog korištenja DTS-a) prinosi suhe tvari su bili višestruko viši. Tako je ukupno prinos binarne smjese crvene djeteline i livadne vlasulje iznosio 11 861 do 13 733 kg ha<sup>-1</sup> suhe tvari (prosjeci za sve tri fenofaze). Relativno visok udio zeljanica i korova u ovome istraživanju treba tražiti u nizu okolnosti. U prvome redu radi se o poljoprivrednim površinama koje su neredovito bila privođene kulturi, što nosi sa sobom problem akumulacije korovskih vrsta (sjeme, podzemne stabljike itd.), ali i izostanak mineralne gnojidbe tla.

Tablica 2. Udjeli flornih sastavnica prema rokovima košnje

Rokovi defolijacije	Florne sastavnice		
	Sijane trave	Sijane djeteline	Zeljanice i korovi
Udio flornih sastavnica u svježem stanju (%)			
28.06.2016.	46,3 a	13,2 b	40,5 a
29.07.2016.	48,6 a	15,1 b	36,3 a
05.09.2016.	48,1 a	19,1 b	32,8 a
Udio flornih sastavnica u suhom stanju (%)			
28.06.2016.	52,1 a	12,8 b	35,1 c
29.07.2016.	43,1 a	14,9 b	41,9 a
05.09.2016. <sup>1</sup>	42,7 a	19,3 b	38,0 a

Kruskal-Wallis test:  $\chi^2=11,120$ ;  $p<0,05$

S druge strane relativno visok udio korovnih vrsta u odnosu na sijane djeteline posljedica je sijanje smiljkite roškaste na remizi 3. Šoštarčić-Pisačić i Kovačević (1968.) opisuju smiljkitu kao nekonkurentnu vrstu, ali izuzetno vrijednu na siromašnim tlima gdje ostale leguminoze loše uspijevaju. Weis (1997.) napominje kako nakon košnje smiljkita sporo regenerira, a zbog gorčine je za divljač i slabije palatabilna. Međutim, njoj odgovaraju suha i ocjedita tla, a takvo tlo se upravo nalazi na remizi 3. Većina istraživanja djetelinsko-travnih smjesa bavila su se značajkama lucerne (*Medicago* spp.), bijele i crvene djeteline, no smiljkita roškasta je relativno slabo istraživana vrsta. Sleugh i sur. (2000.) su utvrdili da uz režim otkosa četiri puta godišnje (sredina lipnja, sredina srpnja, sredina kolovoza i početak studenog) čiste kulture smiljkite roškaste daju prinos od 10 596 kg ha<sup>-1</sup> suhe tvari, dok u kombinaciji s klupčastom oštricom ili tupim ovsikom – *Bromus inermis* mogu dati prinose i do 10 702 kg ha<sup>-1</sup> suhe tvari. U odnosu na binarne smjese s lucerom, u isti režim otkosa (4 puta godišnje) binarne smjese sa smiljkitom imaju u prosjeku niži godišnji prinos za 3 t ha<sup>-1</sup> suhe tvari. U prvome otkosu nisu zabilježene statistički značajne razlike kod prinosa u svježem stanju, no u udjelima flornih sastavnica su razlike bile signifikantne (Tablica 2.). Naime, u prvome otkosu sijane djeteline imaju signifikantno niži udio u ukupnom prinosu tratine (13,2 %) u odnosu na sijane trave te zeljanice i korovne vrste. Iako nije nađena signifikantna razlika u promjeni udjela flornih sastavnica tijekom trajanja defolijacije čini se da s porastom starosti DTS-a u ukupnom prinosu fitomase u svježem stanju udio sijanih djetelina raste, udio zeljanica i korovskih vrsta pada, dok se udio sijanih trava ne mijenja. U suhom stanju se jedino može uočiti rast udjela sijanih djetelina u fitomasi, iako nije nađena signifikantna povezanost udjela pojedinih flornih sastavnica s otkosima. Ono što u budućnosti nije poželjno to je zapuštanje ovih remiza. One bi se svake treće do četvrte godine trebale osnovati iz početka. Stalnom obradom tla remize bi bile produktivnije, a stalnim unosom mineralnih hranjiva podigla bi se i njihova palatabilnost.

### Zaključak

Slobodno se može reći kako su u šumskim područjima zasijane poljoprivredne (oranične) površine za divljač jednostavno uvjet kvalitetnog lovnog gospodarenja. Stoga je, radi smanjenja šteta na ratarskim usjevima, potrebno intenzivirati podizanje oraničnih remiza (osobito djetelinsko-travnih smjesa) u „šumskim lovištima“ kako bi se podigla kvaliteta sočnih voluminoznih krmiva za divlje parnoprstaše.

## Literatura

- Bošnjak K., Leto J., Vranić M., Kutnjak H., Uher D., Iljkić N. (2013a). Utjecaj defolijacija na produktivnost i florni sastav čistih kultura krmnih trava. Meso: prvi hrvatski časopis o mesu (5): 392-397.
- Bošnjak K., Vranić M., Leto J., Kutnjak H., Pečurlija G., Uher D., Teskera M. (2013b). Produktivnost binarnih smjesa crvene djeteline i trava ovisno o stadiju zrelosti u trenutku košnje. Glasnik zaštite bilja (4): 38-45.
- Krapinec, K., 2002: The results of mouflon (*Ovis ammon musimon* Pall.) and axis deer (*Axis axis* Erx.) interaction with cultivated grasslands and the Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) plantation in the Kalifront Hunting ground on the island of Rab. Glas. Šum. Pokuse (39): 1-41.
- Krapinec K., Grbić I., Uher, D. (2013). Analiza prihrane divljači i osnivanja remiza u lovištima istočne Hrvatske u razdoblju 2006. - 2010. Zbornik radova, 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma, Dubrovnik, 662-666.
- Prien S. (1997). Wildschäden im Wald: ökologische Grundlagen und integrierte Schutzmaßnahmen. 1. Auflage, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien, 257 pp.
- Richer K., Schmalzer K. (1997). Yield formation and changes in quality of legume-grass mixtures as affected by N-fertilization, irrigation and grass species. Available from: [www.internationalgraslands.org/files/igc/publications](http://www.internationalgraslands.org/files/igc/publications) (1): 22-177.
- Sleugh B., Moore K.J., George J.R., Brummer E.C. (2000). Binary Legume-Grass Mixtures Improve Forage Yield, Quality, and Seasonal Distribution. *Agronomy Journal* (92): 24-29.
- Šoštarić-Pisačić K., Kovačević J. (1968). Travnjačka flora i njena poljoprivredna vrijednost. Nakladni zavod Znanje, Zagreb; 443 pp.
- Weis G.B. (1997). Anlage und Pflege von Wildäsungsflächen. Nimrod-Verlag, Oldenburg, 320 pp.

## Big game arable remises yields on hilly sites of Pannonian part of Croatia

### Abstract

On the four agricultural surfaces (remission) during the three defoliation periods statistically significant differences were obtained in the yields of floral components of the sown lawn. Seeds grasses, hawks and weeds dominated in yields of  $363.3 \pm 23.7$  kg ha<sup>-1</sup> of dry matter (grasses),  $309.6 \pm 29.3$  kg ha<sup>-1</sup> of dry matter (hawks and weeds), while clover had significant lower yields  $126.0 \pm 23.4$  kg ha<sup>-1</sup> of dry matter. During the year the yields did not change. Since it was a waste of soils, the yields dry matter were much lower than those of other authors. Therefore, in order to reduce the damage to the crop crops, it is necessary to intensify the growth of the oenological remnants (especially clover-grass mixtures) in "forest hunting grounds" in order to raise the quality of juicy voluminous feed for wild ungulates.

**Key words:** grass-clover mixtures, mowing time, yields, wild ungulates

**Stočarstvo**

**07**

**Animal  
Husbandry**



## Proizvodni potencijal izvornih pasmina koza u Republici Hrvatskoj

Zvonko Antunović, Josip Novoselec, Željka Klir

*Poljoprivredni fakultet u Osijeku sveučilište J.J. Strossmayer u Osijeku, V. Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska (zantunovic@pfos.hr)*

### Sažetak

Cilj je ovoga rada utvrditi proizvodni potencijal te veličinu populacije izvornih pasmina koza u Republici Hrvatskoj. U Republici Hrvatskoj se uzgaja 6 pasmina koza, od koji su 3 izvorne pasmine (istarska koza, hrvatska bijela koza i hrvatska šarena koza). Najveću tjelesnu masu i veličinu legla ima istarska koza (56,09 kg i 1,46), a najmanju hrvatska šarena koza (44,01 kg i 1,09). Jarad hrvatske bijele koze u usporedbi s jaradi hrvatske šarene koze imala je bolje dnevne priraste i veću završnu tjelesnu masu, ali i manje porodne tjelesne mase. Proizvodni potencijal izvornih pasmina koza u Republici Hrvatskoj ukazuje na opravdanost značajnijih ulaganja u širenje njihove populacije.

**Ključne riječi:** koza, izvorne pasmine, proizvodni potencijal, veličina populacije, Republika Hrvatska

### Uvod

Prepoznavanje, očuvanje i poticanje uzgoja specifičnih genotipova domaćih životinja za određeno uzgojno područje i zemlju mjere su koje je obvezno provoditi iz zootehničkih, etičkih, kulturno-znanstvenih i drugih razloga, a sve u cilju očuvanja vlastitog identiteta (Antunović i sur. 2007.). U Republici Hrvatskoj se već duže vrijeme pokušava spriječiti smanjenje broja izvornih pasmina domaćih životinja pa tako i koza (Antunović i sur. 2012., Mioč i sur., 2012.). U Hrvatskoj je uspostavljen Nacionalni program očuvanja izvornih i zaštićenih pasmina domaćih životinja Ministarstva poljoprivrede (MP RH, 2010.) čiji je cilj očuvanje i povećanje uzgoja navedenih pasmina domaćih životinja. Prema Izvještaju Nacionalnog savjeta za Program očuvanja izvornih pasmina domaćih životinja u Hrvatskoj za 2015. i 2016. godinu se uzgaja 27 izvornih pasmina životinja gdje se ubrajaju i 3 izvorne pasmine koza i to hrvatska šarena, hrvatska bijela, a od 2013. godine i istarska koza. Prema podacima HPA (2017.) vidljivo je da se broj koza u Hrvatskoj upisanih u Jedinostveni registar domaćih životinja (JRDŽ) povećava i 2016. godine je iznosio 75.527 koza.

Poduzete mjere vezane za zaštitu i povećanje brojnosti izvornih pasmina koza u konačnici trebaju dovesti i do samoodrživosti njihovih uzgoja. Cilj je ovoga rada utvrditi proizvodni potencijal te veličinu populacije izvornih pasmina koza u Republici Hrvatskoj.

### Materijal i metode

U istraživanju o proizvodnom potencijalu izvornih pasmina koza u Republici Hrvatskoj korišteni su podaci iz Programa uzgoja koza u Republici Hrvatskoj (2012.), Godišnjeg izvješća Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA, 2017.), Izvješća Nacionalnog savjeta za Program očuvanja izvornih pasmina domaćih životinja u Republici Hrvatskoj za 2015. i 2016. godinu (MP RH, 2016.) te dostupni znanstveno-istraživački radovi i studije koji obrađuju navedenu problematiku rada (Mioč i sur., 2008., 2012. i 2013. te Ivanković i sur., 2013.; HPA, 2017. i MP RH, 2016.).

## Rezultati i rasprava

U tablici 1 prikazani su proizvodni potencijal i procijenjena veličina populacije izvornih pasmina koza u Republici Hrvatskoj.

Tablica 1. Proizvodni potencijal i veličina populacije izvornih pasmina koza u Republici Hrvatskoj (HPA, 2017.)

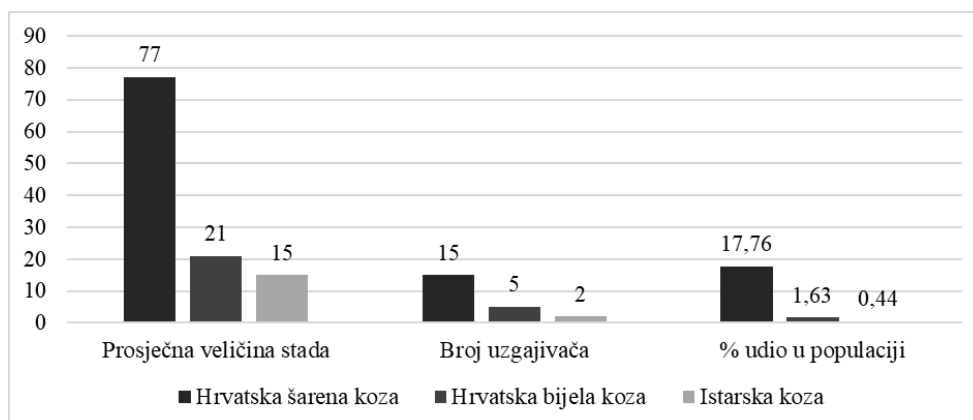
Pokazatelj	Pasmina koza		
	Hrvatska šarena koza <sup>1</sup>	Hrvatska bijela koza <sup>2</sup>	Istarska koza <sup>3,4</sup>
Proizvodni pokazatelji:			
Tjelesna masa koza, kg	44,01	35-45	56,09
Tjelesna masa jarčeva, kg	51,28	50-60	71,50
Visina grebena koza, cm	61,32	55-65	65,52
Visina grebena jarčeva, cm	65,29	65-75	73,50
Dužina trupa koza, cm	69,06	66,7	73,29
Dužina trupa jarčeva, cm	72,57	-	80,50
Plodnost <sup>2</sup>	125-150	150	150
Indeks jarenja <sup>5</sup>	1,00	1,00	1,00
Veličina legla <sup>5</sup>	1,09	1,10	1,46
Proizvodnja mlijeka, l	150-250 <sup>2</sup>	250-300 <sup>2</sup>	300-400 (uzgojni cilj)
Pokazatelji odabrane muške jaradi u field uvjetima <sup>5</sup> :			
Broj testirane jaradi	21	1	-
Porodna masa, kg	2,63	2,00	-
Dnevni prirast, g	180	210	-
Završna tjelesna masa, kg	23,55	24,00	-
Veličina populacije <sup>5</sup> :			
Broj koza*	25.000	5.000	100
Ukupan broj grla pod kontrolom (koze, jarice, jarčevi)	1.158 (937, 166, 55)	106 (83, 17, 6)	29 (24, 3, 2)
Procjena populacijskog trenda <sup>6</sup>	Stabilan	Stabilan	-

\*procijenjeni broj, <sup>1</sup>Mioč i sur. (2008.); <sup>2</sup>Program uzgoja koza u Republici Hrvatskoj (2012.); <sup>3</sup>Mioč i sur. (2013.), <sup>4</sup>Ivanković i sur. (2013.); <sup>5</sup>Godišnje izvješće HPA (2017.); <sup>6</sup>MP RH (2016.)

Usporedbom svih izvornih pasmina koza u Republici Hrvatskoj najveću tjelesnu masu, visinu grebena i dužinu trupa imaju istarske koze i jarčevi (56,09 kg, 65,52 cm i 73,29 cm, odnosno 71,50 kg, 73,50 cm i 80,50 cm). Indeks jarenja je bio podjednak u svih promatranih izvornih pasmina koza (1,00) dok je veličina legla bila najbolja kod istarske koze (1,46), a

najlošija u hrvatske šarene koze (1,09). Prosječna plodnost koza navedenih pasmina je slična (oko 150%) dok je očekivana proizvodnja mlijeka u hrvatske bijele koze viša od hrvatske šarene koze. Podataka o očekivanoj proizvodnji mlijeka istarske koze nema, ali u uzgojnim planovima usmjerenim u proizvodnju mlijeka navodi se proizvodnja 300-400 l mlijeka u laktaciji (Ivanković i sur., 2013.). Analizirajući proizvodne pokazatelje odabrane muške jaradi u field uvjetima vidljivo je da nema podataka za istarsku jarad, ali uspoređujući jarad bijele i hrvatske šarene koze utvrđeni su u jaradi hrvatske bijele koze veći dnevni prirasti (210 i 180 g) i veće završne tjelesne mase (24,00 i 23,55 kg), ali i niže porodne mase (2,00 i 2,63 kg). Niže porodne mase jaradi hrvatske bijele koze vjerojatno su posljedica vrlo malog uzorka jaradi koja je uključena u testiranje. Iz tablice 1 je vidljivo da se u Republici Hrvatskoj uzgaja najmanji broj istarske koze, čija je procijenjena populacija oko 100 grla, a najbrojnija procijenjena populacija je hrvatske šarene koze (oko 25.000 grla; HPA, 2017.). S obzirom na procijenjenu veličinu populacije istarska koza se ubraja u skupinu kritično ugroženih pasmina, hrvatska bijela koza u potencijalno ugrožene pasmine dok hrvatska šarena koza nije ugrožena pasmina (MP RH, 2016.). Najveći broj grla uzgojno valjanih hrvatskih šarenih koza uzgaja se u Zadarskoj županiji (658), a manji broj grla je u Dubrovačko-neretvanskoj (228), Šibensko-kninskoj (162), Splitsko-dalmatinskoj (96) te najmanji broj grla u Varaždinskoj (14). Najveći broj grla uzgojno valjanih hrvatskih bijelih koza uzgaja se u Zadarskoj i Dubrovačko-neretvanskoj županiji (po 47 grla), slijedi Osječko-baranjska (7) te Dubrovačko-neretvanska sa 5 grla. U Republici Hrvatskoj uzgojno valjana populacije istarske koze se nalazi samo u Istarskoj županiji (29 grla).

Analizirajući podatke prikazane na Grafikonu 1. vidljivo je da najveću prosječnu veličinu stada, kao i broj uzgajivača upisanih u Upisnik uzgojno valjanih koza uspoređujući izvorne pasmine koza u Hrvatskoj ima hrvatska šarena koza (77 i 15), a najmanju istarska koza (15 i 2). Isto tako, najveća populacija koza pod selekcijskim obuhvatom kao i % udio izvornih pasmina koza u ukupnoj uzgojno valjanoj populaciji koza u Republici Hrvatskoj je hrvatske šarene koze (1.158 grla i 17,76%), a najmanja istarske koze (29 grla i 0,44%; Tablica 1 i Grafikon 1). Procjena populacijskog trenda za hrvatsku šarenu i hrvatsku bijelu koza je stabilna, dok za istarsku kozu nema podataka. Prema Godišnjem izvješću o stanju izvornih i zaštićenih pasmina domaćih životinja u Republici Hrvatskoj za 2015./2016. godinu (MP RH, 2016.) treba poduzeti slijedeće mjere radi njihova očuvanja: provoditi nadzor i uzgojni rad, upotpuniti i standardizirati njihove fenotipske i genetske odlike, razvijati programe gospodarskog korištenja, donijeti smjernice za krizne situacije te organizirati pohranjivanje tkivnog materijala u banku gena.



Grafikon 1. Prosječna veličina stada, broj uzgajivača upisanih u Upisnik uzgojno valjanih koza i postotni udio izvornih pasmina koza u ukupnoj uzgojno valjanoj populaciji koza u Republici Hrvatskoj (HPA, 2017.)



## Zaključak

U Republici Hrvatskoj se uzgajaju 3 izvorne pasmina koza, od kojih je jedna kritično ugrožena (istarska koza), jedna je potencijalno ugrožena (hrvatska bijela koza), dok hrvatska šarena koza nije ugrožena pasmina. Najveću tjelesnu masu i veličinu legla ima istarska koza (56,09 kg i 1,46), a najmanju hrvatska šarena koza (44,01 kg i 1,09). Analizirajući proizvodne pokazatelje odabrane muške jaradi u field uvjetima vidljivo je da nema podataka za istarsku jarad, ali je jarad hrvatske bijele koze u usporedbi s jaradi hrvatske šarene koze imala bolje dnevne priraste (204 i 183 g) i veću završnu tjelesnu masu (24,20 i 23,39 kg), ali i manje porodne tjelesne mase (2,00 i 2,63 kg). Proizvodni potencijal izvornih pasmina koza u Republici Hrvatskoj ukazuje na opravdanost značajnijih ulaganja u širenje njihove populacije, što će pridonijeti i povećanju interesa za navedene pasmine koza te dovesti do samoodrživosti njihovih uzgoja.

## Literatura

- Antunović Z., Marić I., Senčić Đ., Steiner Z. (2007). Eksterijerne, proizvode i metaboličke značajke janjadi dubrovačke ovce. Konferencija o izvornim pasminama i sortama kao dijelu prirodne i kulturne baštine. Šibenik, 13. - 16. studenog 2007, Knjiga sažetaka, str. 6-7.
- Antunović Z., Novoselec J., Klir Ž. (2012). Ovčarstvo i kozarstvo u Republici Hrvatskoj – stanje i perspektive. *Krmiva* 54(3): 99-109.
- HPA (2017). Godišnje izvješće: Ovčarstvo, kozarstvo i male životinje. Križevci. str. 88.
- Ivanković A., Mioč B., Ramljak J. (2013). Studija o rekonstrukciji i revitalizaciji tradicijskog uzgoja koza na projektnom području, upravni Odjel za poljoprivredu, šumarstvo, lovstvo, ribarstvo i vodoprivredu Istarske županije, Pazin, str. 100.
- Ministarstvo Poljoprivrede Republike Hrvatske (2016). Godišnje izvješće o stanju izvornih i zaštićenih pasmina domaćih životinja u Republici Hrvatskoj u 2015. i 2016. godini. Nacionalni savjet za Program očuvanja izvornih i zaštićenih pasmina domaćih životinja u Republici Hrvatskoj. Zagreb, str. 14.
- Mioč B., Prpić Z., Vnućec I., Sušić V., Antunović Z., Barać Z., Pavić V. (2008). Vanjština različitih kategorija hrvatske šarene koze. *Stočarstvo* 62(6): 439-447.
- Mioč B., Barać Z., Pavić V., Prpić Z., Mulc D., Špehar M. (2012). Program uzgoja koza u Republici Hrvatskoj, Hrvatski savez uzgajivača ovca i koza. Zagreb, str. 69.
- Mioč B., Ivanković A., Širić I., Držaić V., (2013). Odlike vanjštine istarske koze. 48. hrvatski i 8. međunarodni simpozij agronoma, 17. - 22. 02. 2013., Dubrovnik. Zbornik radova, str. 765-769.

## Production potential of native breeds of goats in the Republic of Croatia

### Abstract

The aim of the present study is to determine potential and size of population of native breeds of goats in the Republic of Croatia. In the Republic of Croatia 6 breeds of goats are reared, from which 3 of them are native breeds (Istrian goat, Croatian white goat and Croatian spotted goat). The highest body weight and litter size is determined in Istrian goat (50.09 kg and 1.46, respectively), and the lowest in Croatian spotted goat (44.01 kg and 1.09, respectively). Croatian white goat kids compared to Croatian spotted goat kids had better daily gains and higher final body weight, as well as lower birth weight. Productive potential of native breeds of goats in the Republic of Croatia indicates justification of significant investments in spreading this population.

**Key words:** goat, native breeds, production potential, population size, Republic of Croatia

## Promjene na tkivu vimena krava uzrokovane strojnom mužnjom

Tina Bobić, Pero Mijić, Maja Gregić, Mirjana Baban, Vesna Gantner

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (tbobic@pfos.hr)*

### Sažetak

Izgled tkiva sisa kod muznih krava dobar je pokazatelj kvalitete okruženja u kojoj se životinje nalaze, menadžmenta mužnje i ispravnosti muznih uređaja, te se također može upotrijebiti kao indikator za rizik od nastanka mastitisa. Različiti uzroci i mehanizmi utječu na stanje tkiva sisa vimena krava u proizvodnji mlijeka. Mogu se izdvojiti tri najveća uzroka: strojna mužnja, okolišni utjecaji i infekcija. Promjene koje nastaju kao posljedica strojne mužnje podijeljene su u tri skupine: kratkoročne (boja, otečenost i otvorenost vrha sise), srednjoročne (suhoća kože, pukotine i brazde), te dugoročna hiperkeratoza. Potrebno je održavanje dobre kondicije sisa, a to se može postići dobrim menadžmentom i higijenom mužnje, kvalitetnom pripremom krave za mužnju te dobrom zaštitom sisa na kraju mužnje.

**Ključne riječi:** strojna mužnja, krave u proizvodnji mlijeka, promjene, tkivo sisa

### Uvod

Izgled tkiva sisa kod muznih krava dobar je pokazatelj kvalitete okruženja u kojoj se životinje nalaze, menadžmenta mužnje i ispravnosti muznih uređaja, te se također može upotrijebiti kao indikator za rizik od nastanka mastitisa. Mastitis ostaje najčešća i najskuplja bolest za farmere koja pogađa mliječne krave diljem svijeta (Carlen i sur., 2004.). Jedan od čimbenika povezanih s nastankom mastitisa može biti zbog neprimjerene razine protoka mlijeka tijekom mužnje (Vági 2002.; Húth 2004.), slabog menadžmenta mužnje, loša priprema krave za mužnju, agresivni dezinficijensi, loši klimatski uvjeti i niz drugih. Seleksijski trendovi usmjereni na povećanje brzine mužnje posljedično utječu na povećanje opterećenja na tkivu sisa i smanjivanja obrambenog mehanizma sisnog kanala (Reinemann i sur., 2008.).

Tijekom cijelog procesa mužnje isključivo je sisna guma u stalnom kontaktu sa tkivom sisa krava. Prema Mein i sur. (2003.) optimalni pritisak sisne gume na tkivo sise iznosi od 8 do 12 kPa, što je približno normalnom arterijskom pritisku od 10 kPa. Razina podtlaka i vremensko trajanje otvorenosti sisne gume tijekom jednog pulsacijskog ciklusa osnovni su čimbenici koji tijekom mužnje utječu na maksimalni protok mlijeka i brzinu mužnje (Spencer i sur., 2007.). Povećanje podtlaka i d-faze mužnje povećavaju kongestiju tkiva sisa koja se ogleda u zadebljanju stjenke sisa (Gleeson i sur., 2004.), sporijeg zatvaranja sisnog kanala (Neijenhuis i sur., 2001a.). Duže trajanje niskog protoka mlijeka može dovesti do povećanja zadebljanja zida sise i trebao bi se izbjegavati (Mein i sur., 1973.). Potrebno je nekoliko sati da se tkivo sisa potpuno oporavi nakon mužnje (Gleeson i sur., 2002.). Kada se debljina tkiva promjeni za više od 5%, povećan je rizik od infekcije (Zecconi i sur., 1992.). Cilj rada bio je prikazati promjene na tkivu vimena krava u proizvodnji mlijeka, koje su nastale kao posljedica strojne mužnje.

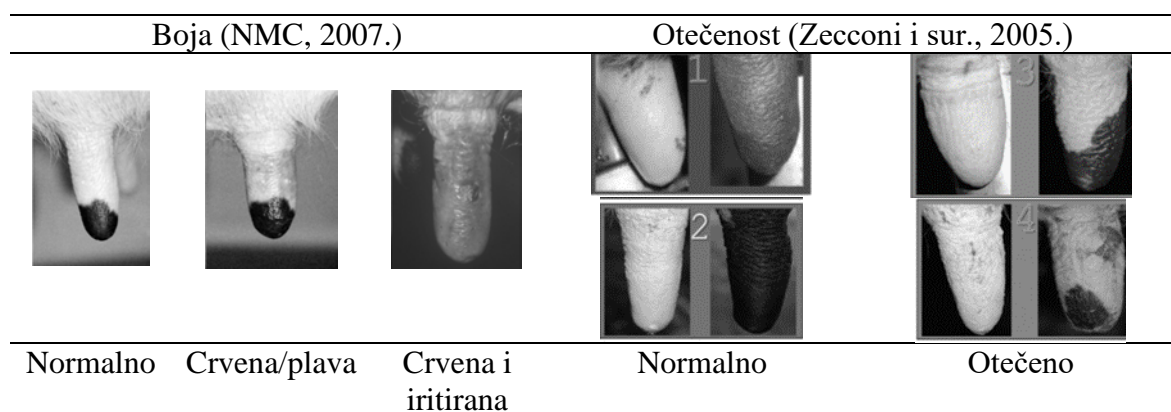
### Promjene na tkivu sisa usljed strojne mužnje

S fiziološkog stajališta strojna mužnja ne bi trebala izazvati više od 5% promjena na tkivu sisa vimena. Sve preko toga povećava rizik od nastanka mastitisa. Mastitis nastaje kada

bakterije dospiju u mliječnu žlijezdu kroz sisni otvor odnosno kanal. Sfinkter i sisni kanal su prva crta obrane od nastanka bolesti, te svaka ozljeda ili promjena na tkivu sise povećava rizik od prodora većeg broja mikroorganizama i nastanka upalnih promjena. Različiti uzroci i mehanizmi utječu na promjene tkiva sisa vimena krava u proizvodnji mlijeka, a mogu se izdvojiti tri najveća: strojna mužnja (dijelovi uređaja i menadžment mužnje), okolišni utjecaji i infekcija. Promjene koje nastaju na tkivu sisa vimena krava u proizvodnji mlijeka mogu se podijeliti u: kratkoročne, srednjoročne i dugoročne promjene.

### Kratkoročne promjene na tkivu sisa vimena krava u laktaciji

U ovu skupinu ubrajamo one promjene na tkivu sisa vimena krava koje nastaju neposredno nakon mužnje, a uglavnom su posljedica neispravnog rada uređaja za mužnju ili same organizacija mužnje (menadžment). U ovu skupinu promjena ubrajaju se: boja kože, otečenost baze sise i područja u blizini nje, otečenost vrha sise i područja u blizini vrha sise (Slika 1.).



Slika 1. Primjeri kratkoročnih promjena na tkivu sisa vimena krava u laktaciji

Nakon skidanje muznih jedinica na pojedinim sisama se mogu uočavati crveni vrhovi ili pak cijela površina sisa. U ekstremnim slučajevima događa da koža sisa bude plava. Ove negativne promjene koje nastanu nakon skidanja sisnih čaša nakon mužnje više su izražene kod primjerice kratkih i tankih sisa, zbog nedovoljnog prianjanja sisne gume uz sisu tijekom procesa mužnje.

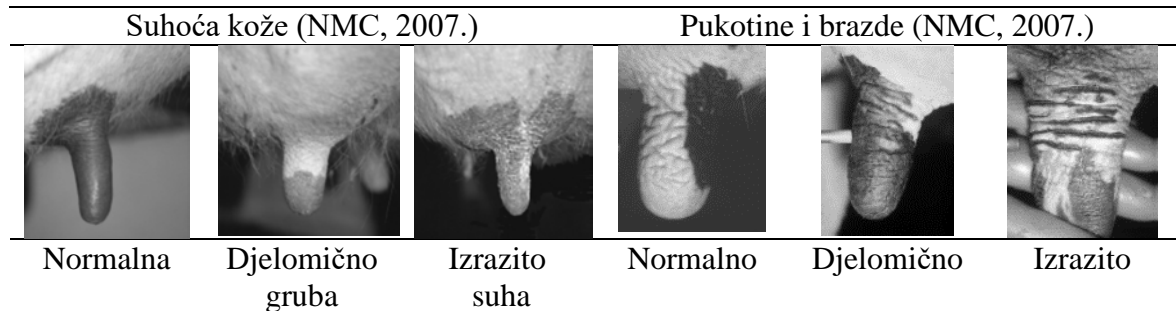
Crvenkasta područja na sisama ukazuju na kongestiju sisa koja se pogoršava produljivanjem naknadne mužnje, preteškim muznim jedinicama, previsokim podtlakom, lošom pulsacijom ili pak zbog lošeg odabira tipa sisne gume (Tablica 1.).

Neposredno nakon skidanja muzne jedinice, može doći do stvaranja oteklina ili prstenastih izbočenja na bazi sisa (prijelaz iz vimena u sisu) koja su opipljiva rukom (Slika 1.). Ova vrsta kratkoročne promjene na tkivu sisa posljedica je slabog kontakta sise i unutrašnjeg gornjeg proširenog dijela sisne gume (engl. „mouthpiece lip“) koji se javlja pred kraj mužnje (Mein i Reinemann, 2009.). Osim toga, uzrok može biti i: visok podtlak u gornjem dijelu sisne gume, naknadna mužnja, proklizavanje sisne čaše, dimenzijama neprilagođena sisna guma i sl. (SmartSAMM, 2003.). U Tablici 4. su prikazani i još neki uzroci otjecanja tkiva sisa prema Ohnstad-u i sur. (2007.).

Povećanje rizika od nastanka mastitisa nastaje pri prekomjerno i dugotrajno otvorenom vrhu sise. Pri pregledu sisa odmah nakon mužnje vrh sise može biti potpuno zatvoren, djelomično ili jako otvoren (SmartSAMM, 2012.). Uzrok tomu može biti zbog: previsok podtlak, naknadna mužnja, preteške muzne jedinice ili zbog prejako napete sisne gume.

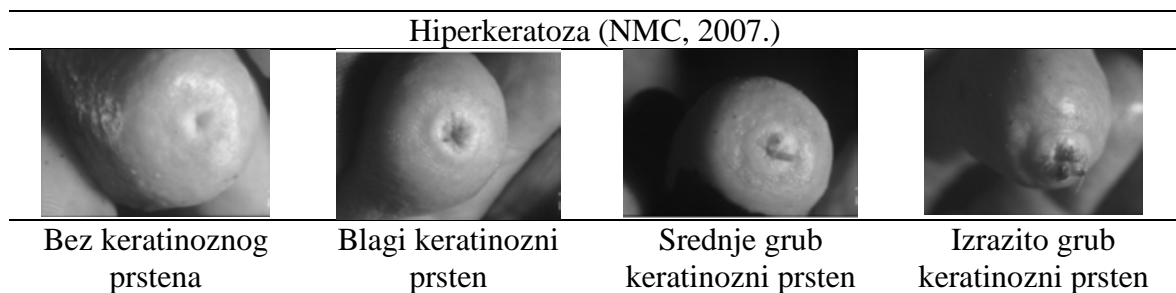
### Srednjeročne i dugoročne promjene na tkivu sisa vimena krava u laktaciji

Srednjeročne promjene koje nastaju na tkivu sisa su promjene koje su vidljive tek nakon nekoliko dana ili tjedana. Često nastaju zbog narušene cirkulacije ili same promjene u koži sisa. Nakon uklanjanja uzroka problema, potrebno je izvjesno vrijeme da se tkivo oporavi. To prvenstveno ovisi o vrsti nastale promjene, a može trajati nekoliko mušnji ili nekoliko tjedana.



Slika 2. Primjeri srednjeročnih promjena na tkivu sisa vimena krava u laktaciji

Kada je koža sisa zdrava, obložena je zaštitnim slojem bogat masnim kiselinama (SmartSAMM, 2012.), koje usporavaju rast mikroorganizama na sisama. Oštećenja na sisama dovode do uklanjanja tog zaštitnog sloja, otežava se čišćenje sisa, čime se omogućava veća kolonizacija patogena i povećanja rizika od nastanka mastitisa (Neijenhuis i sur., 2001b.; Zecconi i sur., 2003.). Na slici 2. su prikazane slike sisa sa normalnom i suhom kožom, te izgled sisa sa manje ili više izraženim pukotinama. Tijekom hladnog, vlažnog i vjetrovitog vremena, koža sisa često postaje suha, gruba i sklona ljuštenju (Timms, 2004.). Nakon izvjesnog vremena ukoliko se ne poduzmu određene mjere takve sise dobivaju pukotine i brazde koje su otvoreni ulaz svim mogućim patogenima iz okoline. Tijekom hladnog, vlažnog i blatnjavog vremena se također može povećati broj sisa sa suhom i oštećenom kožom. Razlog leži u tome da blato koje se osuši na sisama, isušuje kožu i umanjuje njezin elasticitet. Koža sisa koja postaje sve tvrđa i grublja može preći u oblik promjena koja su dugoročnija a nazivaju se hiperkeratoza (Slika 3.). Uzroci koji također mogu dovesti do spomenutih promjena na tkivu sisa su: loše ili nepravilno aplicirano sredstvo za zaštitu sisa nakon mušnje, stara oprema za mušnju, neispravni dijelovi uređaja za mušnju, naknadna mušnja ili primjeri dati u Tablici 1.



Slika 3. Primjeri dugoročnih promjena na tkivu sisa vimena krava u laktaciji

Dugoročna promjena na tkivu sisa jeste i hiperkeratoza, odnosno gruboća, zadebljanje na vrhu sisa uslijed prekomjernog nakupljanja keratina (Slika 3.). Neijenhuis i sur. (2001c.) ističu da mala količina keratinoznog prstena na vrhu sise ne izaziva povećanje rizika od mastitisa kod krava u laktaciji, te se može smatrati kako je to normalan fiziološki odgovor

organizma (sise) na strojnu mužnju. Veći stupanj zadebljanja (hiperkeratoza) i hrapavosti vrha sise je povezano s povećanjem vjerojatnosti od nove infekcije vimena.

Jačina hiperkeratoze varira tijekom laktacije, pojačava se nakon teljenja do vrha laktacije, nakon čega opada, dok se progresivno povećava sa rednim brojem laktacije (Neijenhuis i sur., 2000.). Osim navedenog do pojave hiperkeratoze mogu dovesti: količina mlijeka, maksimalni protok mlijeka, trajanje mužnje i naknadne mužnje, izgled tkiva sise te međuodnosa između menadžmenta mužnje i muznog uređaja.

Tablica 1. Prikaz najčešćih uzroka promjena na tkivu sisa vimena krava uzrokovane strojnom mužnjom (Ohnstad i sur., 2007.)

Uzroci	Boja kože	Otjecanje na bazi sise	Tvrdoća/hrapavost vrha sise		Otvorenost Vrh sise
	Crvena/plava	Pojava prstena	Grubo	Izrazito grubo	Promjer
<b>Utjecaj uređaja za mužnju</b>					
Previsok podtlak	X	X	X		X
Neispravna pulsacija	X		X	X	
Kratka D-faza	X		X		
Duga D-faza				X	
<b>Sisna guma</b>					
✓ preširoka	X				
✓ istrošena	X	X			
✓ visoka napetost	X			X	X
<b>Mouthpiece</b>					
✓ velika komora	X	X			
✓ mali promjer	X	X			
✓ neelastičnost		X	X		
Loše prijanjanje sisne gume na sisu	X	X			X
<b>Menadžment mužnje</b>					
Dugotrajna mužnja	X	X	X		
Naknadna mužnja	X	X	X		X
Padanje sisnih čaša		X			

Kako prikazuje Tablica 2. ukupno vrijeme po danu gdje je protok mlijeka manji od 1 kg/min čini se da ima utjecaj na razinu hiperkeratoze, što je povezano sa uzlaznom fazom mužnje, odnosno brzine otpuštanja mlijeka i brzine protoka mlijeka i trajanja same mužnje, zatim starost životinje, previsok podtlak i tome slično.

Tablica 2. Prikaz rizičnih čimbenika za povećanje pojave hiperkeratoze na vrhu sise kod krava (Mein i sur., 2001.)

Risk Factor	Reason for Increased Likelihood of Teat-end Hyperkeratosis
Stršeće sise	Sisna guma ne može obuhvatiti veću površinu sise (neprijanja dobro na sisu)
Starost krave	Pojava „bora“ kod svih vrsta životinja
Visoka proizvodnja	Sisne čaše su dugo na sisama
Vrh laktacije	Sisne čaše su dugo na sisama
Postavljene sisne čaše prije otpuštanja mlijeka	Produženo vrijeme protoka mlijeka <1.0 kg/min
Preniska donja granica protoka za automatsko skidanje muzne jedinice	Produženo vrijeme protoka mlijeka <1.0 kg/min
Nakanadna mužnja	Produženo vrijeme protoka mlijeka <1.0 kg/min
Visok podtlak	Povećano opterećenje na tkivo sisa

## Zaključak

Svakodnevna mužnja krava dugoročno mogu izazvati promjene na tkivu sisa. Vrsta i jačina promjena ovise o više čimbenika. Potrebno je održavanje dobrog izgleda sisa, posebice vlažnosti kože što joj daje prirodnu elastičnost i veću otpornost na stvaranje zadebljanja. To se može postići dobrim menadžmentom, higijenom i kvalitetnom pripremom krave za mužnju te dobrom zaštitom sisa na kraju mužnje.

## Literatura

- Carlen E., Strandberg E., Roth A. (2004): Genetic Parameters for Clinical Mastitis, Somatic Cell Score, and Production in the First Three Lactations of Swedish Holstein Cows. *Journal of Dairy Science* 87: 3062-3070.
- Gleeson D. E., O'Callaghan E. J., Rath M. V. (2002): Effect of milking on bovine teat tissue as measured by ultrasonography. *Irish Veterinary Journal* 55 (12): 628-632.
- Gleeson D. E., O'Callaghan E. J., Rath M. V. (2004): Effect of liner design, pulsator setting, and vacuum level on bovine teat tissue changes and milking characteristics as measured by ultrasonography. *Irish Veterinary Journal* 57, (5): 289-296.
- Húth B. (2004): Selection Possibilities Aiming the Improvement the Milking Ability in Hungarian Simmental Breeding Stocks. Doctorate (Ph.D.) Dissertation Theses. University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Institute of Cattle and Sheep Breeding.
- Mein G. A., Thiel C. C., Akam D. N. (1973): Mechanics of the teat and teat cup liner during milking: information from radiographs. *Journal of Dairy Research* 40: 179-189.
- Mein G. A., Williams D. M., Reinemann D. J. (2003): Mechanical forces applied by the teatcup liner and responses of the teat. 42nd Annual Meeting of NMC, Fort Worth, Texas, USA, pp.114-123.
- Mein G. A., Reinemann D. J. (2009): Biomechanics of Milking: Teat - Liner Interactions. ASABE Annual International Meeting Sponsored by ASABE Grand Sierra Resort and Casino Reno, Nevada, June 21 – June 24, 2009.
- NMC, A Global Organization for Mastitis Control and Milk Quality (2007): Guidelines for Evaluating Teat Skin Condition. Verona, USA.
- Neijenhuis F., Barkema H.W., Hogeveen H., Noordhuizen J.P.T.M. (2000): Classification and longitudinal examination of callused teat ends in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 83: 2795-2804.
- Neijenhuis F., Klungel G. H., Hogeveen H. (2001a): Recovery of cow teats after milking as determined by ultrasonographic scanning. *Journal of Dairy Science* 84, (12): 2599-2606.
- Neijenhuis F., Barkema H. W., Hogeveen H., Noordhuizen J. P. T. M. (2001b): Relationship between teat-end callosity and occurrence of clinical mastitis. *Journal of Dairy Science* 84: 2664-2672.
- Neijenhuis F., Mein G.A., Britt J.S., Reinemann D.J., Hillerton J. E., Farnsworth R., Baines J.R., Hemling T., Ohnstad I., Cook N. B., Morgan W. F. (2001c): Relationship between teat-end callosity or hyperkeratosis and mastitis. AABPNMC International Symposium on Mastitis and Milk Quality, Vancouver, Bc, Canada, 1 – 6.
- Ohnstad I., Mein G. A., Baines J. R., Rasmussen M. D., Farnsworth R., Pocknee B. R., Hemling T. C., Hillerton J. E. (2007): Addressing teat condition problems. Annual Meeting of NMC, Fort Worth, Texas, USA, pp. 128-130.
- Reinemann D. J., Bade R., Zucali M., Spanu C., Ruegg P. L. (2008): Understanding the influence of machine milking on teat defense mechanisms. in: T.J.G.M. Lam (Ed.) *Mastitis Control: From Science to Practice International Conference Proceedings*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands, pp. 323-331.
- SmartSAMM Technote 9 (2003): Manage teat sores and cracks. Dairy Australia and Dairy New Zealand, May, 2003.
- SmartSAMM Technote 9 (2012): Manage teat sores and cracks. Dairy Australia and Dairy New Zealand, May, 2012.
- Spencer S. B., Shin J. W., Rogers G. W., Cooper J. B. (2007): Short Communication: Effect of Vacuum and Ratio on the Performance of a Monoblock Silicone Milking Liner. *Journal of Dairy Science* 90, 1725-1728.

- Timms L. (2004): Winter conditions and teat health. Proc. 43rd NMC Annual Meeting, Charlotte, North Carolina, 2004, 143-158.
- Vági J. (2002): Fejhetőség vizsgálatok a fejési sebesség bírálati pontszámok és az automata tejmérők hasznosításával. *Állattenyésztés* 51, (1):19-33.
- Zecconi A., Hamann J., Bronzo V., Ruffo G. (1992): Machine induced teat tissue reactions and infection risk in a dairy herd free from contagious mastitis pathogens. *Journal of Dairy Research* 59: 265-271.
- Zecconi A., Piccinini R., Casirani G., Binda E., Migliorati L. (2003): Effects of automatic milking system on teat tissues, intramammary infections and somatic cell counts. *Italian Journal of Animal Science* 2: 275-282.

## **The changes of the udder tissue in dairy cows caused by machine milking**

### **Abstract**

The condition of the cow's teat tissue is an indicator of the quality of the environment, the milking management and the correctness of milking machines, and can also be used as an indicator for the mastitis risk. Various causes and mechanisms affect the condition of teat's tissue of the dairy cows. Three major causes can be identified: machine milking, environmental influences and infections. Changes that occur as a result of machine milking are divided into three groups: short-term (colour, swollen and openness of the teat orifice), medium-term (dryness of the skin, cracks and chaps), and long-term hyperkeratosis. It is necessary to maintain good condition of the teat tissue, which can be achieved by good milking management and hygiene, quality milking preparation and good protection of the teats at the end of milking.

**Key words:** machine milking, dairy cows, changes, teat tissue

## Proizvodnja i postupci s vunom na području Republike Hrvatske

Valentino Držaić, Ante Kasap, Ivan Širić, Boro Mioč

*Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska (vdrzaic@agr.hr)*

### Sažetak

Cilj rada bio je utvrditi odlike proizvodnje te postupke s ovčjom vunom na području Republike Hrvatske. U tu svrhu anketirana su 323 uzgajivača ovaca iz 15 županija. Utvrđeno je da najveći broj anketiranih gospodarstava ima dva aktivna člana (59,75%), nositelj je muškarac (78,55%) srednje ili starije životne dobi (>75%). Na 82,87% gospodarstava uzgaja se samo jedna pasmina ovaca, a matičnom evidencijom obuhvaćeno je 45,60% stada. Ovce se strižu jednom godišnje (95,65%), a najveći broj uzgajivača strižu provodi u svibnju (37,30%). Pripremu ovaca prije striže provodi samo 22,36% uzgajivača i u većini sami je obavljaju (65,63%). Određen oblik sortiranja vune provodi 4,43% uzgajivača. Gotovo 25% uzgajivača prodaje vunu, dok preostali istu najčešće zbrinjavaju spaljivanjem (29,62%).

**Ključne riječi:** vuna, proizvodnja, striža, sortiranje, zbrinjavanje

### Uvod

Ovce su po vuni jedinstvene, na prvi pogled prepoznatljive i različite od drugih vrsta domaćih životinja. Jedna su od proizvodno najsvestranijih vrsta domaćih životinja koja uz meso i mlijeko proizvodi i vunu. Vuna kao specifičan ovčji proizvod ima različitu gospodarsku važnost u pojedinim zemljama svijeta. Tako je u nekim zemljama vuna najznačajniji proizvod ovaca (Australija) kojim se osigurava najveći dio dohotka (Mioč i sur., 2006.), dok se u drugim tretira kao otpad (Mioč i sur., 2017.; Adi i Pacurar, 2015.). U Hrvatskoj proizvodnja vune gotovo da nema nikakvu gospodarsku važnost (Mioč i sur., 2000.) te ovčari najčešće ovce strižu radi dobrobiti ovaca, a ne radi vune. Većina uzgajivača u Republici Hrvatskoj ovce striže jednom godišnje i to u proljeće (ovisno o temperaturi okoline), dok je u Istri striža dvokratna, najčešće u svibnju i rujnu/listopadu (Mioč i sur., 2012.). Prema podacima Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA) u Hrvatskoj se uzgaja oko 600.000 ovaca (HPA, 2017.) od kojih se godišnje proizvede oko 1 038 tona neprane vune (Statistički ljetopis Republike Hrvatske, 2016.) koja nažalost, zbog svojih nepoželjnih fizikalnih osobina često završava kao otpad i onečišćuje okoliš. Stoga se nerijetko hrpe odbačene vune mogu vidjeti na livadama i pašnjacima, na ogradama i zidovima, u šupama i štagljevima i što je najgore u rijekama, potocima i moru. Takav način gospodarenja vunom, koja je nekada bila važan ovčji proizvod, predstavlja ekološki problem. Da se ovčju vunu i dalje ne bi nekontrolirano odlagalo u okoliš potrebno je pronaći održivo rješenje za njeno zbrinjavanje. Postoje različite mogućnosti zbrinjavanja vune, koja nije ili je manje pogodna za tekstilnu industriju. Jednostavnija rješenja omogućuju uporabu vune u poljodjelstvu u sirovom ili filcanom obliku (Mioč i sur., 2017.), dok kompleksnija rješenja zahtijevaju određenu razinu opremljenosti i mehaniziranosti te omogućuju proizvodnju vrijednijeg proizvoda, kao što su izolacijski materijal ili pelete od vune (Držaić i sur., 2017.; Zoccola i sur., 2014.).

Stoga je cilj predmetnog rada bio temeljem anketnog upitnika utvrditi profil gospodarstava koja se bave ovčarstvom, pasminski sastav i proizvodnu namjenu stada te načine pripreme i provođenja striže ovaca. Isto tako, cilj rada je bio utvrditi postupke s vunom nakon striže na anketiranim gospodarstvima.

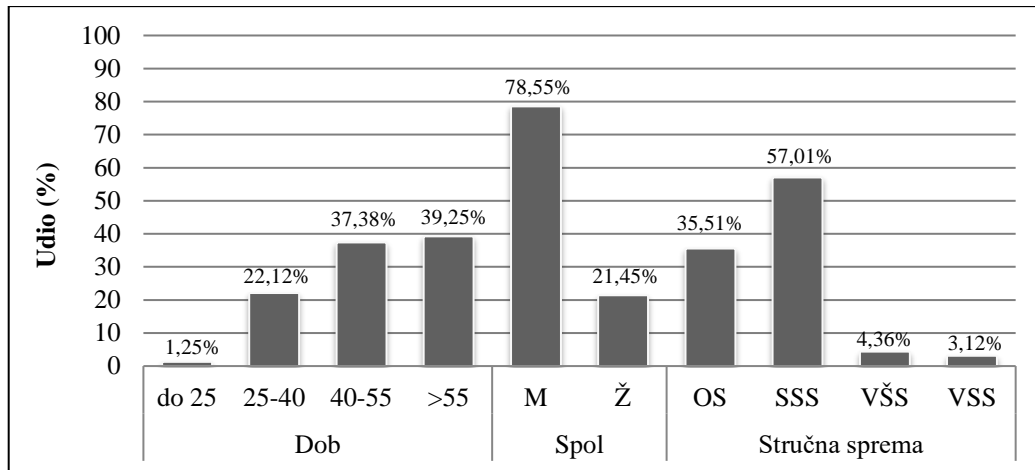


## Materijal i metode

Za potrebe izrade ovog rada provedeno je anketno istraživanje na ukupno 323 obiteljska poljoprivredna gospodarstva na području Republike Hrvatske koja se bave uzgojem ovaca. Od ukupno 20 županija, anketni upitnik proveden je u 15 županija. Najveći odaziv uzgajivača bio je u Šibensko-kninskoj županiji (59), potom u Bjelovarsko-bilogorskoj (49), Ličko-senjskoj (38), Osječko-baranjskoj (36), Virovitičko-podravskoj (32) te Vukovarsko-srijemskoj (22) i Primorsko-goranskoj županiji (21). Manje od 20 anketnih upitnika prikupljeno je u Koprivničko-križevačkoj (17), Dubrovačko-neretvanskoj (16), Istarskoj (12) i Sisačko-moslavačkoj županiji (11), dok su u Brodsko-posavskoj i Splitsko-dalmatinskoj županiji prikupljena svega tri, a u Zadarskoj i Zagrebačkoj županiji samo dva anketna upitnika. Nadalje, anketni upitnik nije proveden u pet županija i to: u Karlovačkoj, Krapinsko-zagorskoj, Međimurskoj, Požeško-slavonskoj i Varaždinskoj županiji zbog manjeg broja i nezainteresiranosti uzgajivača da pristupe istoj. Anketni upitnik bio je sastavljen od 32 pitanja podijeljena u tri dijela. U prvom dijelu anketnog upitnika (7 pitanja) postavljena su pitanja o gospodarstvu i nositelju gospodarstva. Drugi dio (8 pitanja) činila su pitanja o pasminskoj strukturi i veličini stada te njegovoj proizvodnoj namjeni i sustavu uzgoja. Treći dio anketnog upitnika (17 pitanja) sačinjavala su pitanja o pripremi ovaca za strižu, striži i postupcima s vunom nakon striže. Prikupljanje podataka putem anketnog upitnika provedeno je u razdoblju od 01. listopada 2016. do 30. svibnja 2017. godine izravnim razgovorom s nositeljem poljoprivrednog gospodarstva. Od ukupno 32 pitanja većina ih je bila zatvorenog tipa s mogućnošću više odgovora. Prikupljeni podaci obrađeni su korištenjem statističkog programa R (R Core Team, 2008.) te su izračunate frekvencije odgovora na pojedina pitanja. U svrhu lakše vizualizacije rezultata frekvencije su u radu prikazane grafički u obliku postotnih udjela.

## Rezultati i rasprava

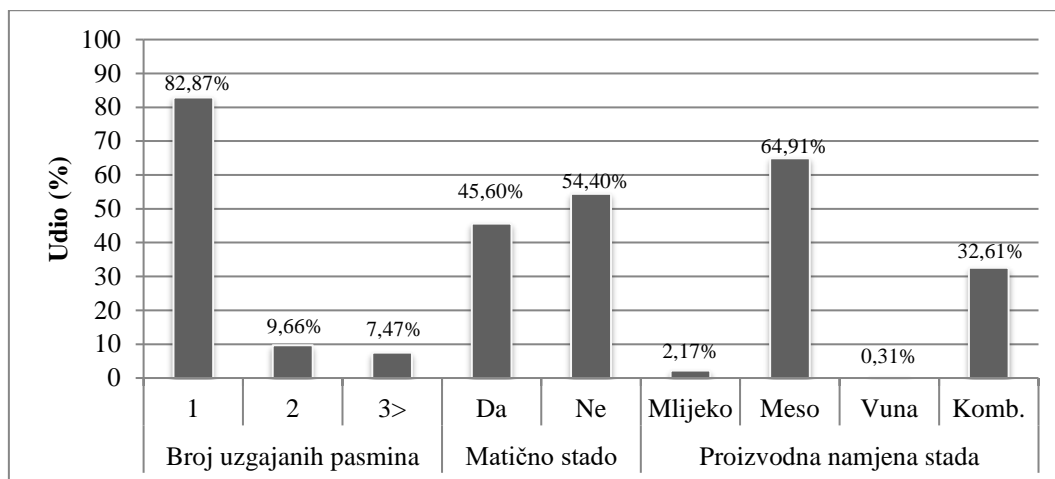
U prvom dijelu anketnog upitnika postavljena su pitanja o gospodarstvu koje se bavi ovčarstvom te o njegovom nositelju. Najveći udio gospodarstava koja se bave ovčarstvom (59,75%) ima dva aktivna člana, njih 32,51% ima između tri i pet aktivnih članova, dok 4,33% gospodarstava ima više od pet aktivnih članova, a samo 3,41% gospodarstava ima jednog aktivnog člana. Na grafikonu 1 prikazani su postotni udjeli odgovora na pitanja koja su se odnosila na nositelje gospodarstava. Na osnovu dobne strukture, više od 75% anketiranih nositelja gospodarstava je srednje ili starije životne dobi, odnosno starije od 40 godina, dok je onih starijih od 55 godina oko 40% (Grafikon 1). Više od 2/3 gospodarstava nositelji su muškarci (78,55%), dok su žene nositelji samo 21,45% gospodarstava koja se bave ovčarstvom. Prema stupnju obrazovanja, odnosno stručnoj spremi, više od 90% nositelja gospodarstva ima osnovno školsko ili srednjoškolsko obrazovanje, dok samo 4,36% nositelja ima višu stručnu spremu, a tek 3,12% visoku stručnu spremu (Grafikon 1).



Grafikon 1. Profili nositelja gospodarstava koja se bave ovčarstvom (OS – osnovna škola; SSS – srednja stručna sprema; VŠS – viša stručna sprema; VSS – visoka stručna sprema)

Od ukupnog broja anketiranih nositelja gospodarstava koja se bave ovčarstvom njih 64,26% navodi da je poljoprivreda njihova primarna djelatnost, dok ih se 48,30% bavi isključivo ovčarstvom.

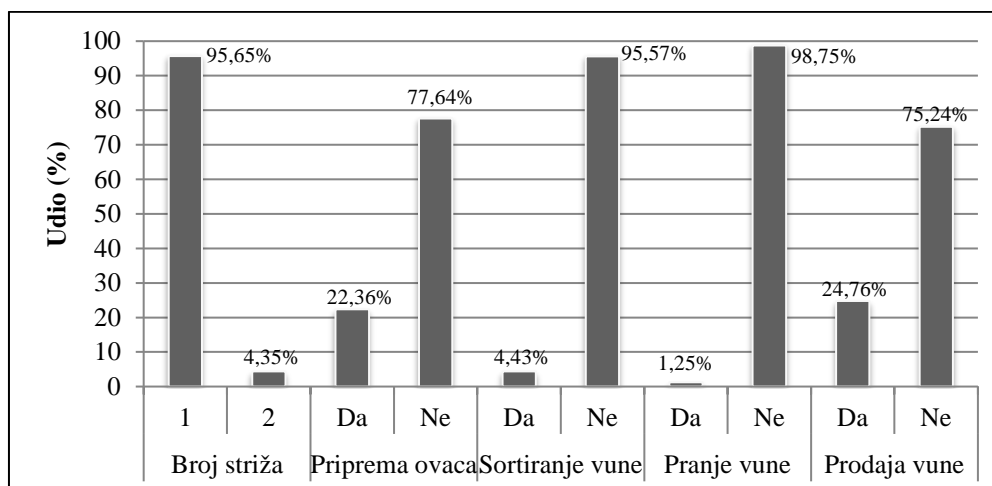
U drugom dijelu anketnog upitnika postavljena su pitanja o stadu. Na osnovu prikupljenih podataka utvrđeno je da se na 82,87% gospodarstva uzgaja samo jedna pasmina, na 9,66% gospodarstava dvije pasmine, dok se tri ili više pasmine ovaca uzgaja na 7,47% anketiranih gospodarstava (Grafikon 2). S obzirom da najveći broj anketiranih gospodarstava uzgaja samo jednu pasminu ne iznenađuje podatak da se na 64,69% gospodarstava uzgajaju samo pasmine u čistoj krvi. Različite križance uzgaja 11,25% gospodarstava, dok 24,06% gospodarstava uzgaja ovce u čistoj krvi, ali i križance ponajviše za proizvodnju mesa. Udio uzgajivača s umatičenim stadima ovaca bio je 45,60%, dok je udio uzgajivača koji uzgaja komercijalna stada 54,40%.



Grafikon 2. Struktura stada i proizvodna namjena (Komb. – kombinirano)

Poznato je da se najveći broj ovaca u Hrvatskoj primarno uzgaja radi proizvodnje mesa (Mioč i sur., 2007.), što je potvrđeno i rezultatima predmetnog rada (Grafikon 2). Naime, 64,91% uzgajivača navodi da ovce uzgaja radi proizvodnje mesa, dok je kod 32,61% uzgajivača temeljna namjena uzgoja ovaca uz proizvodnju mesa, proizvodnja mlijeka i/ili vune. U samo u 2,17% stada temeljni cilj uzgoja ovaca je proizvodnja mlijeka, a u njih 0,31% proizvodnja vune (Grafikon 2).

Treći dio anketnog upitnika sadržavao je pitanja o pripremi ovaca za strižu i provedbi striže te o postupcima s vunom. Dio odgovora na pitanja iz trećeg dijela anketnog upitnika prikazan je na grafikonu 3. Na anketiranim gospodarstvima ovce se uglavnom striže jednom godišnje (95,65%), dok se samo na 4,35% gospodarstava provode dvije striže godišnje. Najveći broj uzgajivača ovce striže u svibnju (37,30%), a određeni oblik pripreme ovaca prije striže provodi samo 22,36% uzgajivača. Strižu uglavnom obavljaju sami uzgajivači (65,63%) i to električnim šišaćem (52,02%) ili ručnim škarama (47,98%).



Grafikon 3. Striža ovaca i postupcima s vunom (1 – jedna striža/god.; 2 – dvije striže/god.)

Proizvodnja vune nije cilj uzgoja niti na jednom području Republike Hrvatske, štoviše, uzgajivači se godinama žale na poteškoće oko njene prodaje. Navedeno je zasigurno utjecalo na neodgovarajući odnos uzgajivača prema vuni što su potvrdili i rezultati provedene ankete. Tako samo 4,43% uzgajivača provodi određeni oblik sortiranja vune i to uglavnom na osnovu boje, pasmine, čistoće i/ili kvalitete. Još je manji udio uzgajivača koji obavljaju pranje vune nakon striže (1,25%). Iako je vrlo mali udio uzgajivača koji provode sortiranje vune, a još manje onih koji vunu peru, gotovo 25% uzgajivača uspije prodati vunu i to uglavnom kupcima koje sami pronadu. Uzgajivači koji ne uspiju prodati vunu (75,24%) nakon striže ovaca, zbrinjavaju ju na različite načine. Nažalost, u najvećoj mjeri vunu spaljuju (29,62%) nesvjesni njenog velikog potencijala za koji u Hrvatskoj još uvijek nije pronađeno odgovarajuće rješenje.

## Zaključak

Gospodarstava koja se bave ovčarstvom u najvećoj mjeri imaju dva aktivna člana (59,75%), nositelj gospodarstva najčešće je muškarac (78,55%) srednje ili starije životne dobi (75%) sa završenom osnovnom ili srednjom školom (>90%). Na gospodarstvu se uglavnom uzgaja samo jedna pasmina ovaca (82,87%), najčešće u čistoj krvi (64,69%), a temeljni cilj uzgoja je proizvodnja mesa (64,91%). Ovce se uglavnom strižu jednom godišnje (95,65%), najčešće u svibnju (37,30%), bez prethodne pripreme za strižu (77,64%). Sortiranje i pranje vune provodi samo 4,43%, odnosno 1,25% uzgajivača. Vunu uspije prodati 24,76% uzgajivača kupcima koje sami pronadu, dok uzgajivači koji vunu ne uspiju prodati, istu u najvećoj mjeri zbrinjavaju spaljivanjem (29,62%).

## Napomena

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su projekta 2015-13/52 kojeg financira Ministarstvo poljoprivrede „Mogućnosti gospodarskog vrednovanja vune u Hrvatskoj“.

## Literatura

- Adi M., Pacurar I. (2015). Study on the Use Sheep Wool in Soil and Fertilization as the Mixture into Cubes Nutrients. *ProEnvironment*. 8: 290-292.
- Držaić V., Tomić M., Džaja A., Širić I., Mioč B. (2017). Mogućnosti uporabe ovčje vune u građevinskoj industriji. *Hrvatski veterinarski vijesnik*. 25 (5-6): 81-85.
- HPA (2017). Godišnje izvješće za 2016. godinu: Ovčarstvo, kozarstvo i male životinje. Križevci. Hrvatska.
- Mioč B., Tomić M., Držaić V., Džaja A., Širić I. (2017). Mogućnosti korištenja ovčje vune u poljodjelstvu. *Hrvatski veterinarski vijesnik*. 25 (1-2): 64-70.
- Mioč, B., Prpić Z., Barać Z., Vnućec I. (2012). Istarska ovca - hrvatska izvorna pasmina. Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza. Zagreb. Hrvatska.
- Mioč B., Pavić V., Sušić V. (2007). Ovčarstvo. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb. Hrvatska.
- Mioč B., Sušić V., Pavić V., Barać Z., Prpić Z. (2006). Priprema ovaca za strižu, striža i postupci s vunom do transporta. *Stočarstvo*. 60 (2): 129-141.
- Mioč B., Pavić V., Ivanković A. (2000). Tipovi i pasmine ovaca i koza u Republici Hrvatskoj. *Stočarstvo*. 54 (1): 51-61.
- R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Stat. ljetop. Repub. Hrvat. (2016). Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2016. Godina 48. Zagreb
- Zoccola M., Montarsolo A., Mossotti R., Petrucco A., Tonin C. (2014). Green hydrolysis conversion of wool wastet into organic nitrogen fertilisers. In: 2nd International Conference on Sustainable Solid Waste Management, 1-11. Athens, Greece, 12th-14th June.

## Production and procedures with wool in the Republic of Croatia

### Abstract

The aim of this paper was to determine characteristics of production and procedures with sheep wool in the Republic of Croatia. For that purpose 323 sheep breeders from 15 counties were interviewed. It was determined that the largest number of surveyed family farms had two active members (59.75%) and the farm holder is male (78.55%) of middle or senior age (>75%). On 82.87% of farms only one sheep breed is bred, and 45.6% of investigated flocks are under selection control. Sheep are sheared once per year (95.65%), and the shearing in largest amount is carried out in May (37.30%). Sheep preparation before shearing perform 22.36% breeders, and in majority they shear the sheep by themselves (65.63%). Some kind of wool sorting is carried out by 4.43% breeders. Almost 25% breeders sell the wool, while the remaining ones most often dispose the wool by burning (29.62%).

**Key words:** wool, production, shearing, sorting, disposing

## Utjecaj veličine legla na rodnu masu prasadi

Zrinko Dujmović<sup>1</sup>, Dubravko Škorput<sup>2</sup>, Danijel Karolyi<sup>2</sup>, Sven Menčik<sup>3</sup>, Zoran Luković<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Veterinarska ambulanta Martes d.o.o., J. J. Strossmayera bb, Josipovac Punitovački, Hrvatska

<sup>2</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska (lukovic@agr.hr)

<sup>3</sup>Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Heinzelova 55, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Cilj istraživanja je bio utvrditi rodnu masu prasadi na farmi krmača visoke plodnosti, njezinu varijabilnost te utvrditi utjecaj veličine legla na rodnu masu prasadi. Istraživanjem je utvrđeno da visokoplodne krmače prase prasad manje rodne mase, odnosno da je rodna masa prasadi značajno veća u leglima do 14 živooprasene prasadi u odnosu na legla koja imaju više od 14 živooprasene prasadi ( $P < 0,001$ ). Razlika u rodnoj masi izražena srednjim vrijednostima dobivenim metodom najmanjih kvadrata iznosi oko 200 grama. Da bi se u potpunosti iskoristila prednost visokoplodnih krmača u proizvodnji prasadi nužno je primijeniti suvremeni način upravljanja koji će osigurati preživljavanje prasadi niže rodne mase.

**Ključne riječi:** svinje, krmače, prasad, veličina legla, rodna masa

### Uvod

Veličina legla je jedno od ekonomski najvažnijih svojstava u svinjogojskoj proizvodnji o kojem ovisi sveukupna učinkovitost proizvodnje (Avalos i Smith, 1987.; Luković i Škorput, 2015.). Ovisna je o brojnim genetskim i okolišnim čimbenicima, kao i o interakciji između različitih utjecaja. Iako je povećanje veličine legla dugo bio jedan od najvažnijih uzgojnih ciljeva u selekcijskim programima, taj napredak nije u skladu s biološkom mogućnošću othrane prasadi, zbog ograničenog broja funkcionalnih sisa u krmača (Lund i sur., 2002.). Kod visokoplodnih krmača, broj prasadi u leglu je u pravilu veći od broja sisa krmača. Pored toga, dodatni problem je smanjivanje prosječne rodne mase prasadi i povećanje varijabilnosti u rodnoj masi kod prasadi unutar legla (Škorjanc i sur., 2007.). To rezultira dobivanjem prasadi manje rodne mase, koja traže drugačiji pristup u postupanju s ciljem preživljavanja što većeg broja oprasene prasadi (Camargo i sur., 2013.; Heim i sur., 2012.). Beaulieu i sur. (2010.) također napominju da je povećanje veličine legla i ukupne proizvodnje prasadi po krmači dovelo je do povećanja broja prasadi s niskom rodnom masom.

Manja rodna masa prasadi je povezana s većim mortalitetom prasadi tijekom laktacije, osobito u prvim danima života te sporijim rastom prasadi i u laktaciji, ali i u sljedećim fazama uzgoja (Quiniou i sur., 2002.). Osim uobičajenog premještanja prekobrojne prasadi pod druge krmače s manjim brojem prasadi, za postizanje što većeg broja odbite prasadi potrebno je s takvom prasadi ispodprosječne rodne mase provoditi i dohranjivanje, vitaminizaciju i druge postupke u prasilištu. Akdag i sur. (2009.) također navode visoki postotak perinatalne smrtnosti u prasadi kao jedan veliki problem na farmama krmača visoke plodnosti.

Cilj istraživanja ovog rada je bio utvrditi rodnu masu prasadi na farmi krmača visoke plodnosti, njezinu varijabilnost te utvrditi značajnost utjecaja veličine legla na rodnu masu prasadi.

## Materijal i metode

Podaci za istraživanje utjecaja veličine legla na rodnu masu prasadi prikupljeni su na svinjogojskoj farmi OPG Jančo u Punitovcima koja drži visokopodne krmače hibridne linije Pen Ar Lan. Slučajno su izabrane četiri sobe u prasilištu te je u razdoblju od siječnja do travnja 2015. godine pojedinačno izvagano 360 živooprasene prasadi iz ukupno 25 legala. Za vaganje rodne mase prasadi korištena je precizna digitalna vaga, Libela model, s točnošću  $\pm 0,01$  kg. Krmače su pet dana prije očekivanog prasnjenja smještene u individualne boksove dimenzija 2,20 m x 1,80 m. Sa strane je smještena grijaća ploča za grijanje prasadi iznad koje je krovčić za sprječavanje gubitka topline. U prvom danu po prasnjenju temperatura u prasilištu je bila između 22 i 24 °C, dok je temperatura u zoni boravka prasadi bila 34 do 36 °C.

Krmačama je prasnjenje inducirano davanjem d-kloprostenola 113. dan graviditeta (Jančo i sur., 2016.). Prvi dan po prasnjenju, pored vaganja rodne mase prasadi je tetovirana individualnim brojevima, zabilježena je veličina legla kao broj živooprasene prasadi, redni broj legla iz kojeg potječe svako prase te je određen spol prasadi.

Tablica 1. Osnovna statistika za veličinu legla i rodnu masu prasadi

Svojstvo	Broj (N)	Prosjeak	Standardna devijacija	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
Veličina legla, broj živooprasene prasadi	25	15,72	3,10	6,0	21,0
Porodna masa, kg	360	1,32	0,33	0,4	2,2

Prosječna veličina legla u 25 legala bila je 15,72 živooprasene prasadi (Tablica 1.). Najmanje leglo je imalo 6 prasadi, a najveće, 21 prase. Prosječna rodna masa 360 izvagane prasadi bila je 1,32 kg. Najlakše prase je imalo rodnu masu svega 400 g, a najteže 2,2 kg.

Tablica 2. Osnovna statistika za rodnu masu prasadi (kg) prema broju živooprasene prasadi

Veličina legla	Broj prasadi	Prosjeak	Standardna devijacija	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
$\leq 14$	122	1,46	0,33	0,67	2,22
$> 14$	238	1,26	0,31	0,40	2,11

Osnovnu statistiku rodne mase s obzirom na veličinu legla, gdje je vidljiva razlika između rodni masa prasadi, prikazana je u tablici 2. Od ukupnog broja izvagane prasadi otprilike 1/3 prasadi je dolazila iz legala prosječne (do 14 živooprasene prasadi), a čak 2/3 prasadi iz legala sa natprosječnom veličinom legla (više od 14 živooprasene prasadi).

Osnovna statistika izračunata je primjenom procedura MEANS i UNIVARIATE, dok je značajnost utjecaja provjerena primjenom GLM procedure statističkog paketa SAS/STAT® ver. 9.4 (2013). Osnovni statistički model koji se koristio za određivanje utjecaja veličine legla na rodnu masu prasadi prasadi u skalarnom zapisu glasi:

$$y_{ijkl} = \mu + L_i + P_j + S_k + e_{ijkl}$$

pri čemu je:

$y_{ijkl}$  – rodna masa prasadi

$\mu$  – srednja vrijednost

$L_i$  – utjecaj veličine legla (prosječna do 14 prasadi, izrazito velika iznad 14 prasadi u leglu),

$P_j$  – utjecaj rednog broja prasenja (1 – 3, 4 – 6),

$S_k$  – utjecaj spola (muški, ženski),

$e_{ijklmn}$  – slučajna greška.

## Rezultati i rasprava

Utjecaj veličine legla na porodnu masu prasadi prikazan je u tablici 3. Porodna masa prasadi je signifikantno veća u leglima do 14 živooprasene prasadi u odnosu na legla koja imaju više od 14 živooprasene prasadi ( $P < 0,001$ ). Razlika u srednjim vrijednostima dobivenim metodom najmanjih kvadrata iznosi oko 200 g što je ne samo statistički značajno, nego i praktično, jer se početna razlika u porodnoj masi između ove dvije skupine prasadi tijekom daljnjeg uzgoja kontinuirano povećava. Prevelika neujednačenost u leglu dovodi kasnije i do neujednačenosti u fazi uzgoja i tova, što je problem tijekom cijelog razdoblja proizvodnje (Bee, 2007.; Berard i sur., 2010.). Smanjivanje prosječne porodne mase u iznadprosječno velikim leglima ujedno znači i veći udio prasadi niske porodne mase, što posljedično uzrokuje i veći mortalitet tijekom laktacije.

Tablica 3. Utjecaj veličine legla na porodnu masu prasadi

Veličina legla	LSMEAN*	Standardna greška	P- vrijednost
≤ 14	1,45	0,029	<0,0001
> 14	1,24	0,028	

\* LSMEAN- srednja vrijednost dobivena metodom najmanjih kvadrata

Bérard i sur. (2010.) su pokazali da je selekcija na veličinu legla dovela do smanjenja porodne mase prasadi, te povećanja varijabilnosti porodne mase unutar legla i veće zastupljenosti prasadi manje porodne mase. Slična zapažanja zabilježili su Bergstrom (2009.) i Lund i sur. (2002.) koji su došli do zaključka da velika legla postaju izazov za proizvođače, jer zbog negativne genetske korelacije velika legla znače istovremeno i manju porodnu masu prasadi. Širanović (2012.) navodi da visokopodne krmače pasmine danski landras imaju očekivano velika legla, međutim zbog pogrešaka u hranidbi i tehnološkim postupcima s krmačama i prasadi, pravi učinak selekcije na visoku plodnost izostaje, prvenstveno zbog velikih gubitaka prasadi u laktaciji. Souza i sur. (2014) su napomenuli da posebnu pozornost treba posvetiti prasadi ispodprosječne porodne mase te da veliku ulogu u postizanju velikog broja odbite prasadi predstavlja primjena optimalne strategije standardizacije legla.

## Zaključak

Prosječna porodna masa prasadi na analiziranoj farmi krmača visoke plodnosti je bila 1,3 kg. Utvrđen je značajan utjecaj veličine legla na porodnu masu prasadi ( $P < 0,001$ ). Prasad iz iznadprosječno velikih legala, s više od 14 živooprasene prasadi u leglu, imala je oko 200 g manju prosječnu porodnu masu. Visokopodne krmače prase velika legla sa prasadi manje porodne mase. Da bi se u potpunosti iskoristila prednost visokoplodnih krmača u proizvodnji prasadi, nužno je primijeniti suvremeni način upravljanja koji će osigurati preživljavanje prasadi niže porodne mase.

## Literatura

- Akdag, F., Arslan, S., Demir, H. (2009). The effect of parity and litter size on birth weight and the effect of birth weight variations on weaning weight and pre-weaning survival in piglet. *J. Anim. Vet. Adv.* 8, 2133–2138.
- Avalos, E., Smith, C. (1987). Genetic improvement of litter size in pigs. *Animal Science*, 44, 1, 153-163.
- Beaulieu, A. D., Aalhus, J.L., Williams, N. H., Patience, J.F. (2010). Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. *J. Anim. Sci.* 88, 2767–2778.
- Bee, G. (2007). Birth weight of litters as a source of variation in postnatal growth, and carcass and meat quality. *Adv. PorkProd.*, 18, 191–196.
- Bérard, J., Kreuzer, M., Bee, G. (2010). In large litters birth weight and gender is decisive for growth performance but less for carcass and pork quality traits. *Meat Sci.*, 86, 845–851.
- Bergstrom, J. R., M. L. Potter, M. D. Tokach, S. C. Henry, S. S. Dritz, J. L. Nelssen, R. D. Goodband, and J. M. DeRouchey. (2009). Effects of piglet birth weight and litter size on the preweaning growth performance of pigs on a commercial farm. *Swine Day*, 2009:1–7. *Raspoloživo*: <http://krex.k-state.edu/dspace/handle/2097/2135>
- Camargo, E.G., Rego, J.C. C., Dias, L.T., Teixeira, R. de A. (2013). Effects of cross-fostering on performance of piglets. *Rev. Bras. Saude e Prod. Anim.*, 14, 142–148.
- Heim, G., Mellagi, A.P.G., Bierhals, T., de Souza, L. P., de Fries, H. C. C., Piuco, P., Seidel, E., Bernardi, M.L., Wentz, I., Bortolozzo, F.P. (2012). Effects of cross-fostering within 24h after birth on pre-weaning behaviour, growth performance and survival rate of biological and adopted piglets. *Livest. Sci.*, 150, 121–127.
- Jančo, N., Jančo, G., Škorput, D., Luković, Z. (2016). Utjecaj vremena tretiranja d-kloprostenola na početak partusa u krmača. U: Pospišil, M., Vnučec, I., (ur.) 51st Croatian and 11th International Symposium on Agriculture. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb. p. 347–350.
- Luković, Z., Škorput, D. (2015). Factors influencing litter size in pigs. *CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources* 10,(006), 1-9.
- Lund, M., Puonti, M., Rydhmer, L., Jensen, J. (2002). Relationship between litter size and perinatal and pre-weaning survival in pigs. *Anim. Sci.* 74:217–222.
- Quiniou, N., J. Dagorn, and D. Gaudré. (2002). Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livest. Prod. Sci.* 78:63–70.
- SAS (2013). Statistical analysis systems user's guide. Version 9.4. SAS Institute. Inc., North Carolina.
- Škorjanc, D., Brus, M., Čandek-Potokar M. (2007). Effect of Birth Weight and Sex on Pre-Weaning Growth Rate of Piglets. *Arch. Anim. Breed.* 50, 476–486.
- Souza, L.P., Fries, H.C.C., Heim, G., Faccin, J.E., Hernig, L.F., Marimon, B.T., Bernardi, M.L., Bortolozzo, F P. Wentz, I. (2014). Behaviour and growth performance of low-birth-weight piglets cross-fostering multiparous sows with piglets of higher birth weights. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.* 66, 510–518.
- Širanović, J. (2012): Plodnost krmača danskog landrasa u prva dva legla na farmi Sizim d.o.o. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.

## Effect of litter size on piglets birth weight

### Abstract

The aim of the study was to determine the piglet's birth weight from farm of highly prolific sows, its variability, and to determine the effect of the litter size on the piglet's birth weight. The study found that highly prolific sows farrowed piglets of smaller birth weight, i.e. that the birth weight of piglets was significantly higher from piglets born in litters up to 14 piglets born alive compared to litters with more than 14 liveborn piglets ( $P < 0.001$ ). The difference in birth weight expressed in the mean values obtained by the least squares method is approximately 200 grams. In order to take full advantage of the benefits of highly prolific sows in the production of piglets, it is necessary to apply a modern management method to ensure the survival of piglets with lower birth weight.

**Key words:** pigs, sows, piglets, litter size, birth weight



## Sportski potencijal hrvatskih uzgojnih tipova konja

Gregić Maja<sup>1</sup>, Baban Mirjana<sup>1</sup>, Bobić Tina<sup>1</sup>, Štrbac Ljuba<sup>2</sup>, Janković Katarina<sup>1</sup>, Gantner Vesna<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (mgregic@pfos.hr)

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija

### Sažetak

Cilj ovoga rada je prikazati stanje populacija i potencijal hrvatskih uzgojnih tipova konja u konjičkim sportovima čiji se pojedini uzgoj temelji na tridesetogodišnjem uzgoju, upravo za tu namjenu. U Hrvatskoj su u 2016. godini uzgajane 54 pasmine konja, od kojih su tri autohtone i jedna izvorno zaštićena pasmina. Iste godine uzgajana su 34 uzgojna tipa, od kojih su četiri hrvatska uzgojna tipa konja. Ukupno povećanje broja registriranih konja u Hrvatskoj, u 2016. u odnosu na 2011., iznosi 2.734 ili 12%. U posljednjih šest godina ukupan broj toplokrvnjaka u Hrvatskoj je narastao za 1.338 grla, što je povećanje za 14,57%. U istom razdoblju, populacija uzgojnog tipa hrvatskog sportskog konja povećana je za 26,22%, dok je brojno stanje populacije uzgojnog tipa hrvatskog toplokrvnjaka smanjeno za 30,16%. Hrvatski sportski konj i hrvatski toplokrvnjak su uzgojni tipovi koji se koriste u različitim disciplinama konjičkih sportova. U proteklih šest godina preponsko jahanje čini 63% svih konjičkih sportova Republike Hrvatske. Od ukupnog broja konja u Republici Hrvatskoj svega 3% je licenciranih konja u Hrvatskom konjičkom savezu, što iznosi 8% toplokrvne populacije konja. Najzastupljeniji uzgojni tipovi među populacijom licenciranih konja u Hrvatskom konjičkom savezu su hrvatski toplokrvnjak (14%) i hrvatski sportski konj (11%). Ulaskom u Europsku uniju broj licenciranih konja u Hrvatskom konjičkom savezu se povećao za 23%, a broj hrvatskih uzgojnih tipova za 9%.

**Ključne riječi:** uzgojni tipovi konja, konjički sportovi, Hrvatska

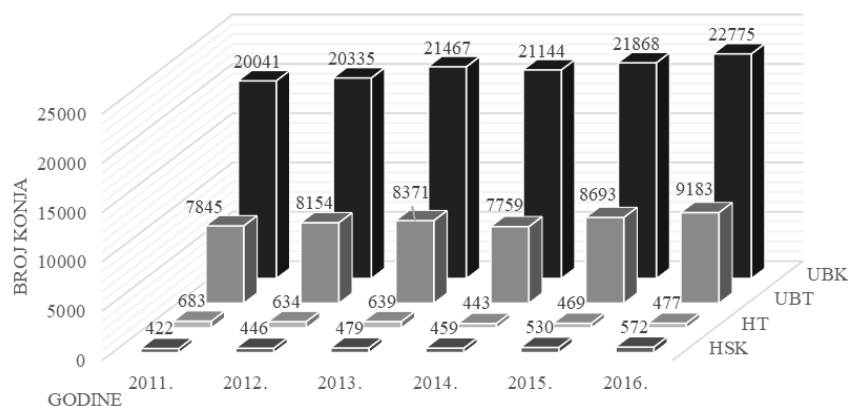
### Uvod

Hrvatska je 1. srpnja 2013. postala dvadesetosma članica Europske unije i dio „europske obitelji“ s više od 4 milijuna km<sup>2</sup> i oko 508 milijuna stanovnika. Danas građani Hrvatske mogu ravnopravno sudjelovati na zahtjevnom tržištu Europske unije. U 2013. godini u Republici Hrvatskoj bilo je zastupljeno 45 pasmina i 29 uzgojnih tipova konja (HPA, 2014.). Ulaskom u EU otvorile su se nove mogućnosti za hrvatsko konjogojstvo. U Hrvatskoj su u 2016. godini uzgajane 54 pasmine konja od kojih su tri autohtone i jedna izvorno zaštićena pasmina. Iste godine uzgajana su 34 uzgojna tipa, od kojih su četiri hrvatska uzgojna tipa konja (HPA, 2017.). Hrvatsko konjogojstvo ima velik potencijal u konjičkim sportovima temeljeno upravo na uzgojnim tipovima konja. Potencijal uzgoja konja za konjičke sportove čine hrvatski sportski konji i hrvatski toplokrvnjaci. Hrvatski sportski konj je uzgojni tip čiji je uzgoj započeo 1986. godine, baziran na modelu uzgoja holsteinskog konja (SHUUŠK 1997. i PUHSK, 2001.). Kroz godine, uzgojni tip hrvatskog sportskog konja čini osnovnu bazu uz istodoban uvoz konja iz drugih zemalja. Hrvatska udruga uzgajivača športskih konja Zagreb danas je članica Hrvatskog konjičkog saveza i Svjetske federacije uzgajivača sportskih konja (WBFSH). Hrvatski toplokrvnjak je tipičan sportski konj snažne konstitucije, harmonične građe dugih linija, dobro izražen spolni dimorfizam, ustrajnost i izdržljivost, dobroćudnost i dugovječnost, smirenog temperamenta (UUHT, 2012.). Članstvo u Europskoj uniji Hrvatskoj omogućuje korištenje EU fondova namijenjenih

državama članicama, a koji su usmjereni na regionalni razvoj, prometnu infrastrukturu, zaštitu okoliša, upravljanje granicom, poljoprivredu, a uključuju i izravna plaćanja poljoprivrednicima. Učinkovito i kontrolirano trošenje tih sredstava pridonosi pozitivnim trendovima rasta i razvoja gospodarstva, društva i zemlje u cjelini. Pitanje je kolike je od tih mogućnosti iskoristilo hrvatsko konjogojstvo. Također se nameće pitanje kakovo mjesto pronalaze hrvatski uzgojni tipovi konja na prostoru EU, posebice nakon četiri godine od ulaska Hrvatske u EU, omogućenog neometanog prometa i trgovine konjima? Cilj rada je prikazati stanje i mogućnosti hrvatskog konjogojstva u uzgoju i konjičkim sportovima pod članstvom Europske unije.

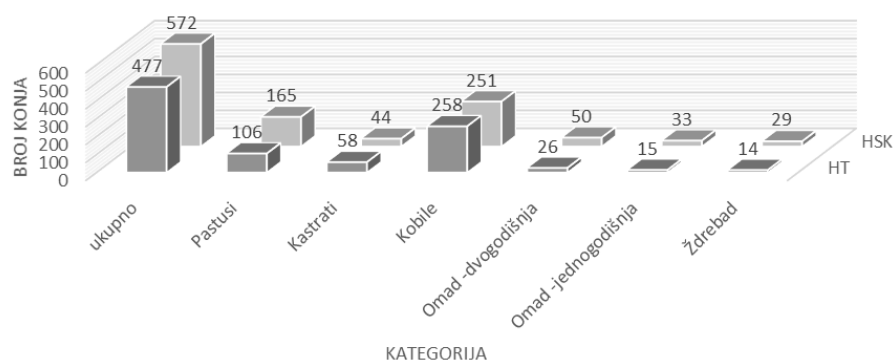
### Brojnost hrvatskih uzgojnih tipova konja

Prema podacima Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA, 2017.) ukupan broj registriranih kopitara u 2016. godini iznosi 25.655, od kojih je 22.775 konja (88,77%), te 2.862 magaraca, 15 mula i 3 zebre (11,22%). Grafikon 1. prikazuje ukupno povećanje broja registriranih konja u odnosu na 2011. godinu od 2.734 ili 12%. U posljednjih šest godina ukupan broj toplokrvnih konja u Hrvatskoj je povećan za 1.338 grla ili 14,57%. U istom razdoblju, populacija uzgojnog tipa hrvatskog sportskog konja povećala se za 26,22%, dok se populacija uzgojnog tipa hrvatskog toplokrvnjaka smanjila za 30,16%. Hrvatski sportski konj i hrvatski toplokrvnjak su uzgojni tipovi koji se koriste u konjičkim sportovima koji su pod okriljem Hrvatskog konjičkog saveza (HKS).



UBK – ukupan broj konja u Hrvatskoj, UBT – ukupan broj toplokrvnjaka u Hrvatskoj, HT – hrvatski toplokrvnjak, HSK – hrvatski sportski konj. Izvor podataka: Hrvatska poljoprivredna agencija (2017.)

Grafikon 1. Brojno stanje konja te udio toplokrvnjaka (uzgojnih tipova hrvatski toplokrvnjak i hrvatski sportski konj) od 2011. do 2016. godine u Republici Hrvatskoj (HPA, 2017.)



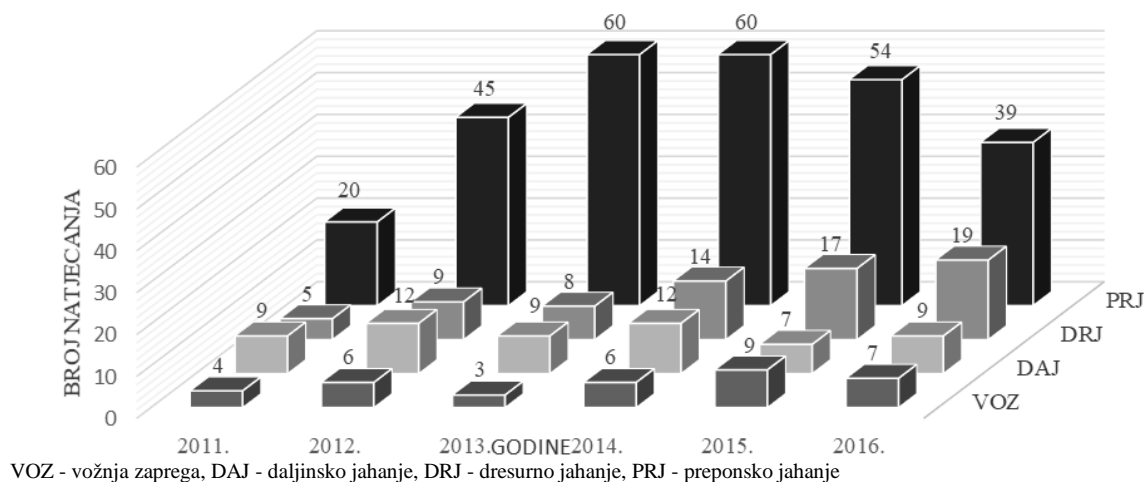
HT – hrvatski toplokrvnjak, HSK – hrvatski sportski konj

Grafikon 2. Broj grla uzgojnih tipova hrvatski toplokrvnjak i hrvatski sportski konj prema kategorijama u 2016. godini (HPA, 2017.)

Populacija uzgojnog tipa hrvatskog sportskog konja brojčano je veća za 17% od populacije hrvatskog toplokrvnjaka. Isti trend povećanog broja odražava se na sve kategorije hrvatskog sportskog konja, osim kastrata i kobila (Grafikon 2). Populacija hrvatskog sportskog konja ima za 51% više podmlatka (ždrebadi i omadi) u odnosu na populaciju hrvatskog toplokrvnjaka, čiji trend uzgoja ide prema povećanju brojnog stanja tog uzgojnog tipa.

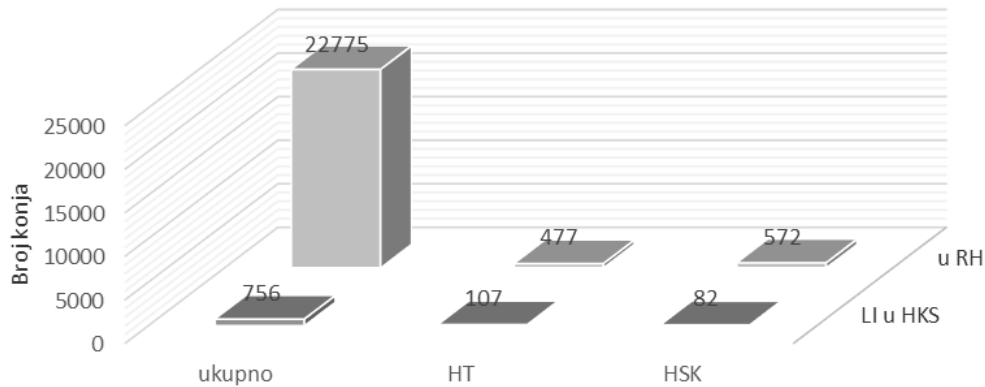
### Zastupljenost hrvatskih uzgojnih tipova konja u konjičkim sportovima prema HKS

Konjički sport i utrke najstariji su sportovi na svijetu. Na današnjem prostoru Republike Hrvatske konj je bio nekada zastupljen isključivo kao radna životinja, dok danas pronalazi svoje uzgojne ciljeve ponajviše u rekreaciji, konjičkim sportovima i utrkama. Danas razlikujemo konjičke utrke: kasačke i galopske; konjičke sportove: vožnja zaprega, preponsko, daljinsko i dresurno jahanje, te disciplinu konjičkog višeboja – „eventing“. Galopske i kasačke utrke slabo su zastupljene na ovim prostorima. Prosječno se u zadnjih pet godina održalo po pet galopskih utrka godišnje u Zagrebu i Sinju (HGS, 2017.) i petnaestak kasačkih utrka. Konjički sportovi razvijaju se pod okriljem Hrvatskog konjičkog saveza, a hrvatski uzgojni tipovi ponajviše se koriste u preponskom i dresurnom konjičkom sportu.



Grafikon 3. Zastupljenost konjičkih natjecanja Hrvatskog konjičkog saveza u Republici Hrvatskoj od 2011. do 2016. godine (HKS, 2017.)

U grafikonu 3. prikazano je da preponsko jahanje čini 63% svih konjičkih sportova Republike Hrvatske u proteklih šest godina. Prema Baban i sur. (2012.) zastupljenost preponskog sporta tada je iznosila 45%. Najveće povećanje u broju natjecanja vidljivo je u 2013. i 2014. godini, kada je Hrvatska postala ravnopravna članica Europske unije. Tijekom navedenog razdoblja i ostali konjički sportovi bilježe povećanje broja natjecanja (Grafikon 3). U Hrvatskom konjičkom savezu je ponovno, nakon dugogodišnjeg prekida, aktivirana disciplina konjičkog višeboja – eventinga (održanog 06.-08. listopada 2017. u organizaciji KK Karoca). Ravnopravnim članstvom Europske Unije hrvatsko konjogojstvo se nesmetano može razvijati, a upravo tu mogućnost koristi Hrvatski konjički savez.



HT – hrvatski toplokrvnjak, HSK – hrvatski sportski konj, LI u HKS – licenciranih konja u Hrvatskom konjičkom savezu, u HR – u Republici Hrvatskoj

Grafikon 4. Zastupljenost uzgojnih tipova konja hrvatski toplokrvnjak i hrvatski sportski konj u konjičkim sportovima Republike Hrvatske 2016. godine (HKS, 2017.; HPA, 2017.)

Od ukupnog broja konja u Republici Hrvatskoj svega je 3% licenciranih konja u Hrvatskom konjičkom savezu, što iznosi 8% toplokrvne populacije konja. Najzastupljeniji među populacijom licenciranih konja su uzgojni tipovi hrvatski toplokrvnjak (14%) i hrvatski sportski konj (11%). Prema Baban i sur. (2012.) postotak licenciranih konja Hrvatskog konjičkog saveza potiče iz domaćeg uzgoja (54,25%). Danas je domaći uzgoj konja zastupljen sa 45%. Prije ulaska u EU 2012. godine, Hrvatski konjički savez licencirao je 581 konja, dok je danas taj broj veći za 23%. Stoga se broj domaćih uzgojnih tipova zastupljenih na konjičkim natjecanjima povećao za 9%. Prema Baban i sur. (2012.) u Hrvatskom konjičkom savezu je tada bilo registrirano 66 konjičkih klubova, a danas se taj broj smanjio na 60 (HKS, 2017.).

Prema HUUSK (2001.) tipični sportski konj je snažne konstitucije, harmonično građen, dugih linija, izrazito jahaći konj iskoristiv i sklon skokovima, što se odražava na sportskim rezultatima. Ovakvim opisom dobivamo tipičnog konja koji je pogodan za uzgoj i preponsko jahanje, u kojem se najviše i koristi. Prema UUHT (2012.) osnovni uzgojni cilj je uzgojiti svestrano upotrebljivog konja podobnog za rekreaciju i korištenje u svim disciplinama konjičkog sporta, s posebnim naglaskom na korištenje u preponskim i dresurnim natjecanjima, zaprežnom sportu, endurance i eventing natjecanjima. Hrvatski toplokrvnjak je uzgojni tip čije bi karakteristike trebale biti plemenit izgled, ponosno držanje, živahni pogled, dobra ćud, stabilni karakter, srednji do veliki okvir. Zastupljenost domaćih uzgojnih konja u konjičkim sportovima je 45%. Uzgojni tipovi hrvatski toplokrvnjak i hrvatski sportski konj čine 25% licenciranih konja u konjičkim sportovima. Hrvatski uzgojni tipovi konja iz godine u godinu daju sve bolje rezultate i sudjeluju na sve brojnijim konjičkim turnirima u inozemstvu. Prema Ivankoviću (2016.), uzgojni rad u konjogojstvu treba biti dosljedan, sukladan s uzgojnim programima i potrebama jahača, usmjeren na dugoročne ciljeve te po potrebi osuvremenjen novim biotehničkim alatima. Takvim radom će sportski potencijal uzgojnih tipova hrvatski toplokrvnjak i hrvatski sportski konj postati još više prepoznatljiv u dresurnom, a ponajviše u preponskom konjičkom sportu.

## Zaključak

Članstvom u Europskoj uniji smanjile su se prepreke za hrvatski konjički sport i općenito razvoj konjogojstva. Evidentno je povećanje broja natjecanja u svim konjičkim sportovima koji su pod okriljem Hrvatskog konjičkog saveza. Hrvatski sportski konj i hrvatski toplokrvnjak brojno su najzastupljeniji u konjičkim sportovima Hrvatskog konjičkog saveza.

Uzgojni tipovi hrvatski toplokrvnjak i hrvatski sportski konj kroz godine uzgoja postali su prepoznatljiviji na domaćim konjičkim natjecanjima. Ulaskom u Europsku uniju broj licenciranih konja u Hrvatskom konjičkom savezu povećao se za 23%, a zastupljenost domaćeg uzgoja smanjila se za 9%. Nesumnjivo je da na dinamiku razvoja konjogojstva u nekoj zemlji u najvećoj mjeri utječe pozitivno gospodarstvo.

### Napomena

Rad je proizašao iz završnog rada Katarine Janković „Organizacija preponskog konjičkog sporta u Republici Hrvatskoj“, obranjenog 22. rujna 2016. godine na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku.

### Literatura

- Baban, M., Gregić, M., Korabi, N., Antunović, B. (2012.): Konjogojstvo u Republici Hrvatskoj - stanje i perspektiva. Krmiva: Časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme, 54(3), 89-98. Preuzeto s <http://hrcak.srce.hr/101566>
- Ivanković, A. (2016): Potencijali sportskog konjogojstva. Zbornik radova: 3. Savjetovanje za uzgajivače konja u Republici Hrvatskoj, 63-69.
- Hrvatski konjički savez (2017.): <http://konjicki-savez.hr/> (15.10.2017.)
- Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA) (2017.): Godišnje izvješće 2016.
- Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA) (2014.): Godišnje izvješće 2015.
- Hrvatski galopski savez (HGS) (2017.): <http://crogallop.com.hr/> (15.10.2017.)
- HUUSK (2001.) <http://huusk.hr> (15.10.2017.)
- Program uzgoja hrvatskih sportskih konja (PUHŠK) (2001.)
- Statut hrvatske udruge uzgajivača športskih konja (SHUUŠK) (1997.)
- Uzgojni program udruge uzgajivača konja hrvatski toplokrvnjak (UUHT) (2012.)

## Sports potential of Croatian breeding types of horses

### Abstract

The aim of this paper was to present the status of populations as well as the potential of Croatian breeding types of horses in equestrian sports. The breeding of those horses is based on thirty years of selection for sport purpose. In Croatia, in year 2016, 54 horses breed were bred. Three breeds were autochthonous and one originally protected breed. In the same year, 34 breeding types were bred of which four of them were Croatian breeding types. The total increase in the number of registered horses in Croatia in 2016 compared to 2011 was 2,734 (12%). In the past six years, the total number of warmbloods in Croatia was 1,338 heads, which was increase for 14.57%. In the same period, the population of Croatian breeding types of horses increased by 26.22%, while the population of Croatian breeding type of warmblood horses decrease for 30.16%. Croatian sport horse and Croatian warmblood horse are breeding types used in different disciplines of equestrian sports. In the last six years, jumping makes 63% of all equestrian sports in Croatia. From the total number of horses in Croatia, only 3% are horses licensed in the Croatian Equestrian Federation, which amounts 8% of the warmblood horse population. The most common type among the population of licensed horses in the Croatian Equestrian Federation are breeding types Croatian hot-blooded (14%) and Croatian sport horse (11%). By joining the European Union the number of licensed horses in the Croatian Equestrian Federation increased by 23% while the number of Croatian breeding types increased for 9%.

**Key words:** horse breeding types, equestrian sports, Croatia

## Autentifikacija mesa crne slavonske svinje analizom DNK

Kristina Gvozdanović<sup>1</sup>, Vladimir Margeta<sup>1</sup>, Goran Kušec<sup>1</sup>, Ivona Djurkin Kušec<sup>1</sup>,  
Snježana Džijan<sup>2</sup>, Krešimir Salajpal<sup>3</sup>, Polona Margeta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek,  
Hrvatska (kgvozdanovic@pfos.hr)

<sup>2</sup>Medicinski fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Cara Hadrijana 10/E, Osijek,  
Hrvatska

<sup>3</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Istraživanje je provedeno na 50 svinja od kojih je bilo 30 svinja crne slavonske pasmine te po 10 svinja PIC i Topigs. Cilj istraživanja bio je ispitati uspješnost mikrosatelitnih markera u postupku autentifikacije mesa crne slavonske pasmine svinja. U istraživanju je korišten set od 5 mikrosatelitnih markera izabranih prema preporuci ISAG-FAO (SO005, Sw2410, sw240, SO090 i Sw1067). Iz rezultata istraživanja može se zaključiti da je set od 5 mikrosatelitna markera učinkoviti alat za provođenje postupka autentifikacije proizvoda dobivenih od crne slavonske svinje (šunka, pršut) dok je identifikacija u kobasičarskim proizvodima moguća uz kombinaciju s nekim drugim markerom specifičnim za pasminu (*MCIR*).

**Ključne riječi:** autentifikacija, crna slavonska svinja, mikrosateliti, tradicionalni proizvodi

### Uvod

Uredba br. 178/2002 europskog parlamenta i vijeća o utvrđivanju općih načela i uvjeta zakona o hrani, osnivanju Europske agencije za sigurnost hrane te utvrđivanju postupaka u područjima sigurnosti hrane, definira sljedivost kao “mogućnost ulaženja u trag hrani, hrani za životinje, životinji za proizvodnju hrane ili tvari koja je namijenjena ugrađivanju ili se očekuje da će se ugraditi u hranu ili hranu za životinje, kroz sve faze proizvodnje, prerade i distribucije“. Zadaća svih zemalja članica Europske unije je uvesti neki od sustava sljedivosti prehrambenih proizvoda koji mogu biti konvencionalni (Schwagele, 2005.) ili genetski čiji je temelj u DNK analizi životinja i njihovih proizvoda (Goffaux, 2005.). Fontanessi (2009.) navodi prednosti genetskog sustava utvrđivanja sljedivosti u odnosu na tradicionalni sustav, a to su mala količina potrebnog uzorka za provođenje analize, jednostavna izolacija DNK te jedinstvena DNK svake životinje i pasmine. Osim toga, na ovaj način je moguće provesti autentifikaciju na više razina što uključuje identifikaciju pasmine ili vrste. Ukoliko je proizvod zaštićen oznakom izvornosti od veće je važnosti identifikacija na razini vrste s obzirom na to da se na taj način može utvrditi da li je došlo do patvorenja proizvoda (Russo i sur., 2007.) dok je identifikacija pasmine važna zbog mogućnosti utvrđivanja izvornosti i zemljopisnog podrijetla (Sardina i sur., 2015.). Iako postoji veliki broj markerskih sustava koje je moguće implementirati u provođenje autentifikacije, mikrosateliti i dalje predstavljaju zlatni standard. Primjerice, analizom pomoću SNP čipova dolazi do izostavljanja onih SNP-ovi s frekvencijom alela manjom od 5%, a ujedno je u visoka cijena koštanja genotipiziranja (Garner i sur., 2016.). Temelj za provođenje postupka autentifikacije je mogućnost identifikacije različitih vrsta domaćih životinja u mesnim prerađevinama (Ballin, 2010.). Crna slavonska svinja je autohtona pasmina svinja u Republici Hrvatskoj. S obzirom na utvrđenu visoku kvalitetu njezinog mesa te postupak zaštite koji je u tijeku, važno je razviti sustav koji će omogućiti i zaštitu proizvoda dobivenih

od mesa crne slavonske svinje (Margeta, 2016.). Upravo razvojem pouzdanih sustava autentifikacije omogućiti će se zaštitu proizvoda dobivenih od autohtonih pasmina te onemogućiti patvorenje takvih proizvoda manje vrijednim sirovinama.

## Materijal i metode

### Eksperimentalne životinje

Istraživanje je provedeno na 50 svinja crne slavonske pasmine, 10 PIC hibrida te 10 topigs svinja. Uzorci krvi su prikupljeni na području 5 slavonskih županija zbog smanjivanja mogućnosti pojave srodstva između crnih slavonskih svinja. Uzorci krvi uzeti su ubodom igle u vratnu venu (*vena jugularis*) u količini od 3 ml te pohranjeni na -20°C.

### Izolacija DNK i genotipizacija mikrosatelitnih lokusa

Ukupna DNK izolirana je iz uzoraka krvi korištenjem Thermo Scientific Gene Jet Genomic DNA Purification Kita. Uspješnost izolacije provjerena je elektroforezom na 1,0 % agaroznom gelu. Prema ISAG-FAO preporuci za genescan analizu korišten je set sljedećih mikrosatelitnih lokusa: S0005, Sw241, sw240, S0090 i Sw106 (Tablica 1.). PCR reakcija provedena je u ukupnom volumenu od 20 µl koji je sadržavao 50 ng genomske DNA, 100 µM deoksinukleotidnu mješavinu (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), 1.5 nM MgCl<sub>2</sub>, 0.5 µM od obje oligonukleotidne početnice, 0.5 U DNA Taq polimeraze (Fermentas), 1 x PCR buffer (10 mM Tris, pH 8,3, 50 mM KCl, Fermentas) i bidestilirane vode do ukupnog volumena od 20 µl. Nakon provedene PCR reakcije, uzorci su pohranjeni na -20°C te poslani u Macrogen na genescan analizu.

### Statistička obrada podataka

Frekvencija alela, broj alela, promatrana i očekivana heterozigotnost te Wrightova  $F_{is}$  statistika prema Weiru i Cockerhamu izračunate su pomoću GENETIX 4.05.2 software paketa te programskog paketa GenAIEx (Belkhir i sur., 2004.; Peakall i Smouse, 2012.). Test odstupanja od Hardy-Weinbergove ravnoteže izračunat je pomoću GENEPOP 3.4 (Rousset, 2008). Filogenetska analiza je napravljena pomoću dendextend paketa (Galili, 2015.) te ape paketa (Paradis i sur., 2004.) u programu R 3.4.0. ([www.r-project.org/](http://www.r-project.org/)).

**Tablica 1.** Set od 5 mikrosatelitnih markera korištenih pri autentifikaciji

Mikrosateliti	Kromosom	Sekvenca početnice (5' -> 3')	Temperatura	Veličina fragmenta
<b>S0005</b>	5	F-TCCTTCCCTCCTGGTAACTA GCACTTCCTGATTCTGGGTA	55°C	203 - 267
<b>Sw2410</b>	8	A-ATTTGCCCCCAAGGTATTTTC CAGGGTGTGGAGGGTAGAAG	50°C	90 - 131
<b>sw240</b>	2	H-AGAAATTAGTGCCTCAAATTGG AAACCATTAAGTCCCTAGCAAA	55°C	92 - 124
<b>S0090</b>	12	F-CCAAGACTGCCTTGTAGGTGAATA GCTATCAAGTATTGTACCATTAGG	55°C	227 - 249
<b>Sw1067</b>	6	A-TGCTGGCCAGTGACTCTG CCGGGGGATTAACAAAAAG	55°C	136 - 176

## Rezultati i rasprava

Ispitana je učinkovitost seta mikrosatelitskih markera za autentifikaciju crne slavonske svinja. Prema istraživanju Margete (2012.) mikrosateliti su se pokazali kao dobar markerski sustav za identifikaciju crne slavonske pasmine. Tablicom 2. su prikazani fiksacijski indeksi ( $F_{is}$ ,  $F_{it}$  i  $F_{st}$ ), očekivana i uočena heterozigotnost ( $H_{exp}$ ,  $H_{obs}$ ) te informacijski sadržaj polimorfizma (PIC) za 5 mikrosatelitna lokusa zbirno za sve pasmine svinja. Prosječna vrijednost odstupanja od Hardy Weinbergove ravnoteže unutar i između ispitivanih populacija ( $F_{it}$ ,  $F_{st}$ ) iznosile su 0,189 te 0,142. Prosječna vrijednost koeficijenta inbridinga ( $F_{is}$ ) iznosila je 0,057 što ukazuje na to da se 5,7 % ukupne genetske varijabilnosti može objasniti razlikama između populacijama, dok je 94,3 % genetske varijabilnosti posljedica razlika između jedinki unutar populacije te između populacija. U istraživanju Bardić i sur. (2007.) prosječna vrijednost koeficijenta inbridinga za sve promatrane lokuse iznosila je 0,216 dok Druml i sur. (2012.) navode vrijednost od 0,01. Prosječna PIC vrijednosti je iznosila 0,780 što prema Bolsteinu i sur. (1980.) označava markere s visokim stupnjem informativnosti. Ukoliko se mikrosateliti koriste u genetskim istraživanjima, najmanji broj alela po lokusu mora biti 4 Barkeru (1994.). U istraživanjima prevedenima na crnoj slavonskoj pasmini svinja prosječan broj alela kretao se od 2,50 po lokusu (Bradić i sur., 2007.) do 5,61 (Margeta, 2012.). Šprem i sur. (2014.) su analizirali crnu slavonsku pasminu i turopoljsku svinju te zaključili da je broj alela po lokusu iznosio 9. Prosječan broj alela u našem istraživanju iznosio je 12,8 što je u skladu s preporukama. Prema istraživanju Drumla i sur. (2012.) koje je provedeno na 40 svinja crne slavonske pasmine, vrijednost očekivane heterozigotnosti je iznosila 0,64 dok je vrijednost uočene heterozigotnosti iznosila 0,59. Vrijednost očekivane heterozigotnosti u istraživanju Đikić i sur (2012.) iznosila je 0,72 dok Margeta (2012.) navodi vrijednost očekivane heterozigotnosti od 0,62 te uočene heterozigotnosti 0,57, što je niže nego rezultati našeg istraživanja. Prosječna vrijednosti očekivane heterozigotnosti iznosila je 0,763 dok je prosječna vrijednost uočene heterozigotnosti bila 0,811. Barker (1994.) navodi da bi prosječne vrijednosti heterozigotnost u populaciji trebale biti u granicama od 0,3 i 0,8.

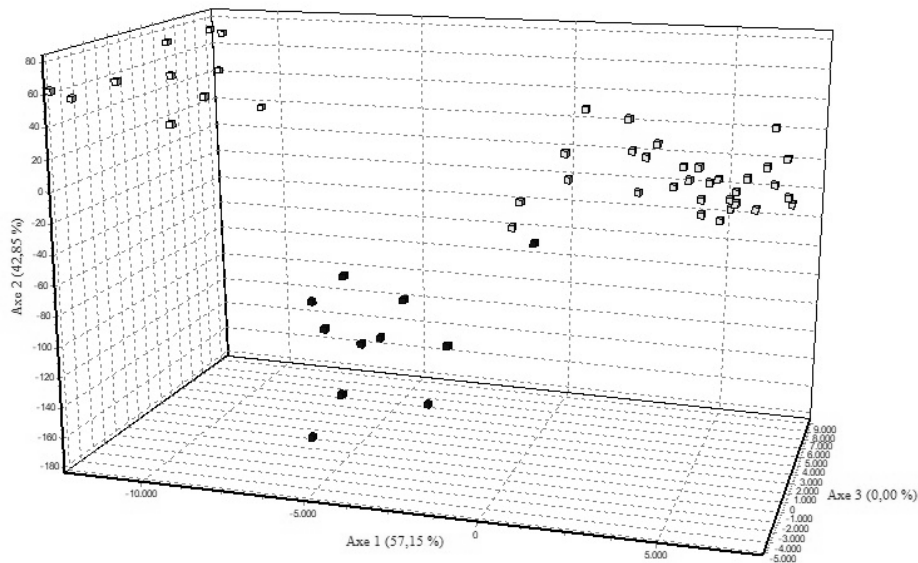
Tablica 2. Fiksacijski indeksi za analizirane mikrosatelitne lokuse

MS	Na	$F_{is}$	$F_{it}$	$F_{st}$	$H_{exp}$	$H_{obs}$	PIC
<i>S0005</i>	19	-0,0119	0,0278	0,0457	0,685	1,000	0,743
<i>SW241</i>	11	-0,0588	0,1330	0,1879	0,853	0,943	0,822
<i>SW240</i>	13	0,0844	0,2004	0,1262	0,826	0,967	0,865
<i>SO090</i>	12	0,1658	0,2918	0,1507	0,856	0,890	0,811
<i>SW106</i>	9	0,1057	0,2934	0,2034	0,594	0,654	0,657
<i>Ukupno</i>	65	0,2852	0,9466	0,7139	3,816	4,455	3,901
<i>Prosječno</i>	12,8	0,0570	0,1893	0,1428	0,7632	0,811	0,780

\*Na= broj alela po lokusu;  $F_{is}$ = koeficijent inbridinga;  $F_{it}$ = odstupanje od Hardy-Weinbergove ravnoteže u istraživanim populacijama;  $F_{st}$ = odstupanje od Hardy-Weinbergove ravnoteže između populacija;  $H_{exp}$ = očekivana heterozigotnost;  $H_{obs}$ = uočena heterozigotnost; PIC= informacijski sadržaj polimorfizma

Faktorijalna analiza korespondencije (FCA) daje podatke o odnosima unutar i između populacija. Analizirani genotipovi vizualizirani su u 3D koordinatnom sustavu. Graf 1. ukazuje na rezultate faktorijalne analize korespondencije (FCA) koji su ukazali 57,15 % ukupne varijabilnosti na prvoj osi i 42,85 % ukupne varijabilnosti na drugoj osi. Grafom je jasno uočena udaljenost crne slavonske svinje od ostalih analiziranih pasmina svinja.





Graf 1. Faktorijalna analiza korespondencije za analizirane pasmine svinja

## Zaključak

Mikrosateliti su se pokazali kao učinkovit markerski sustav za identifikaciju i autentifikaciju crne slavonske pasmine svinja. Iz rezultata istraživanja se jasno uočava razdvajanje istraživanih pasmina u tri genetska klastera. Autentifikacija proizvoda uz set od 5 mikrosatelitska markera može identificirati pasminu od koje su proizvedeni pojedini prehrambeni proizvodi dok identifikacija u kobasičarskim proizvodima nije moguća zbog toga što se takvi proizvodi proizvode od većeg broja životinja što za ovaj tip analize nije pogodno.

## Napomena

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su projekta 3396 kojeg financira Hrvatska zaklada za znanost „Znanstveno brendiranje svinjskog mesa“.

## Literatura

- Ballin N. Z. (2010). Authentication of meat and meat products. *Meat Science*. 86(3): 577-587.
- Barker J.S.F. (1994). A global protocol for determining genetic distances among domestic livestock breeds. *Proc. 5th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod.*, Guelph, Canada 21:501-508.
- Belkhir K., Borsa P., Chikhi L., Raufaste N., Catch F. (2004). "Genetix 4.05. 2." University of Montpellier II, Laboratoire Génome et Populations, Montpellier, France.
- Bolstein D., White R.L., Skolnick M.H. (1980). Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *American Journal of Human Genetic*. 32: 314-331.
- Bradić M., Uremović M., Uremović Z., Mioč B., Konjačić M., Luković Z., Safner, T. (2007). Mikrosatelitna analiza genetske raznolikosti Crne slavonske svinje. *Acta veterinaria*. 57(2-3): 209-215.
- Galili T. (2015). Dendextend: an R package for visualizing, adjusting and comparing trees of hierarchical clustering. *Bioinformatics*. btv428. Chicago.
- Druml T., Salajpal K., Dikić M., Urosevic M., Grilz-Seger G., Baumung R. (2012). Genetic diversity, population structure and subdivision of local Balkan pig breeds in Austria, Croatia, Serbia and Bosnia-Herzegovina and its practical value in conservation programs. *Genetics Selection Evolution*. 44(1): 5.
- Fontanesi L. (2009). Genetic authentication and traceability of food products of animal origin: new developments and perspectives. *Italian Journal of Animal Science*. 8(2): 9-18.

- Garner H., Vaksman Z. (2016). Prognostic and diagnostic methods based on quantification of somatic microsatellite variability. U.S. Patent 20,160,040,254, issued February 11, 2016.
- Goffaux F., China B., Dams L., Clinquart A., Daube G. (2005). Development of a genetic traceability test in pig based on single nucleotide polymorphism detection. *Forensic science international*. 151(2):239-247.
- Đikić M., Šprem N., Salajpal K., Jurić J., Đikić D., Safner T., Čurik V. Č. (2012). Microsatellite characterisation of Croatian autochthonous pig breeds. In *Croatian Symposium on Agriculture* (47; 2012); *International Symposium on Agriculture* (7; 2012).
- Margeta V. (2012). Genetska analiza crne slavonske svinje. *Poljoprivreda*. 18(2): 69-70.
- Margeta P., Margeta V., Gvozdanović K., Galović D., Djurkin Kušec I., Kušec G. (2016). Microsatellite multiplex method for potential use in Black Slavonian pig breeding. *Acta argiculturae Slovenica*. 5:66-70.
- Paradis E., Claude J., Strimmer K. (2004). APE: analyses of phylogenetics and evolution in R language. *Bioinformatics*. 20: 289–290.
- Peakall R., Smouse P.E., (2012). GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. *Bioinformatics*. 28: 2537-2539.
- R Core Team (2013.): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Russo V., Fontanesi L., Scotti E., Tazzoli M., Dall'Olio S., Davoli R. (2007). Analysis of melanocortin 1 receptor (MC1R) gene polymorphisms in some cattle breeds: their usefulness and application for breed traceability and authentication of Parmigiano Reggiano cheese. *Italian Journal of Animal Science*. 6(3):257-272.
- Rousset F. (2008). Genepop'007: a complete reimplementation of the Genepop software for Windows and Linux. *Mol. Ecol. Resources*. 8: 103-106.
- Sardina, M. T., Tortorici, L., Mastrangelo, S., Di Gerlando, R., Tolone, M., Portolano, B. (2015). Application of microsatellite markers as potential tools for traceability of Girgentana goat breed dairy products. *Food Research International*, 74, 115-122.
- Schwägele, F. (2005). Traceability from a European perspective. *Meat science*. 71(1):164-173.
- Šprem N., Salajpal K., Safner T., Đikić D., Jurić J., Čurik I., Čurik V. (2014). Genetic analysis of hybridization between domesticated endangered pig breeds and wild boar. *Livestock Science*. 162: 1-4.
- Uredba (ez) br. 178/2002 europskog parlamenta i vijeća, od 28. siječnja 2002. O utvrđivanju općih načela i uvjeta zakona o hrani, osnivanju Europske agencije za sigurnost hrane te utvrđivanju postupaka u područjima sigurnosti hrane

## Authentication of Black Slavonian pig breed by DNA analysis

### Abstract

The study was conducted on 50 pigs of which 30 Black Slavonian pig breeds and 10 PIC and 10 topigs pigs. The aim of the study was to examine the success of microsatellite markers in the process of authentication of meat from Black Slavonian pig breed. according to the ISAG-FAO a set of 5 microsatellite markers was selected (so005, sw241, sw240, so090 and sw106). After the PCR reaction, the samples were stored at 4 ° C and sent to MacroGen for genescan analysis. From the results of the research it can be concluded that the set of 5 microsatellite markers is an effective tool for authentication of products obtained from Black Slavonian pig breed (ham, prosciutto) while identification in sausage products is possible in combination with another marker specific to the breed (MC1R gene).

**Key words:** authentication, Black Slavonian pig breed, microsatellite, traditional products

## Boja i pH vrijednost mesa janjadi travničke pramenke

Ante Kasap<sup>1</sup>, Valentino Držaić<sup>1</sup>, Ivan Širić<sup>1</sup>, Šimun Aščić<sup>2</sup>, Boro Mioč<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup>mag. ing. agr – diplomirao na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu

### Sažetak

Cilj istraživanja je bio utvrditi vrijednosti parametara boje ( $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ ) i  $pH_{45}$  vrijednost mesa janjadi travničke pramenke te utvrditi utjecaj spola na navedena svojstva. Istraživanje je provedeno na ukupno 70 klaonički obrađenih janjećih trupova ( $\text{♂}=48$ ;  $\text{♀}=22$ ). Utvrđene prosječne vrijednosti parametara boje  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  su bile redom 53,66; 21,97; 3,99 na *m. rectus abdominis*-u te 46,17; 17,49; 2,97 na *m. semitendinosus*-u. Prosječna  $pH_{45}$  vrijednost utvrđena na *m. longissimus dorsi* je bila 6,44. Istraživanjem je utvrđena velika sličnost u svim istraživanim svojstvima između trupova muške i ženske janjadi, osim vrijednosti parametra boje  $L^*$  na *m. semitendinosus*-u koja je bila statistički značajno veća u trupovima muške janjadi ( $P<0,05$ ).

**Ključne riječi:** janjad, boja mesa, pH, travnička pramenka

### Uvod

Tehnologija proizvodnje janjećeg mesa razlikuje se između pojedinih država ali isto tako i između različitih regija unutar iste države. Dob i tjelesna masa janjadi pri klanju uglavnom su rezultat ovčarske tradicije, proizvodne namjene stada (uzgojnog cilja) te navika potrošača. Tako je i u Hrvatskoj gdje postoji duga tradicija uzgoja ovaca. U priobalnim područjima i na otocima dominiraju izvorne pasmine kombiniranih proizvodnih svojstava i sustavi ovčarenja orijentirani uglavnom na proizvodnju janjetine. Izuzetak su Istra te otoci Pag i Krk gdje se značajan udio u dohotku ostvaruje i od proizvodnje mlijeka. U kontinentalnim područjima dominiraju inozemne pasmine usko specijalizirane za proizvodnju mesa ili mlijeka ali ima i onih kombiniranih proizvodnih odlika (meso-mlijeko) u koje se ubraja te svojom brojnošću ističe, travnička pramenka. Sam nastanak pasmine veže se uz šire područje Travnika (planina Vlačić) gdje se i danas uzgaja i to ponajviše na nadmorskim visinama od preko 800 m. Ovce ove pasmine su u Hrvatsku u značajnijoj mjeri (oko 10 000 grla) dopremljene tijekom 1992. i 1993. godine razbuktavanjem rata u Bosni i Hercegovini (Mioč i sur., 2007.). Danas se travnička pramenka najviše uzgaja na područje zapadne Slavonije (Voćin, Daruvar, Đulovac, Grubišno polje) i Like (Vrhovine, Otočac, Udbina i Korenica). Procijenjena veličina populacije travničke pramenke na području Bilogore je 9 000 grla (Husak, 2017.). U upisnik uzgojno valjanih grla Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA) je upisano svega 204 grla što čini 0,5% uzgojno valjane populacije (HPA, 2016.). Pasma pripada krupnijim populacijama pramenke (ovce oko 70 kg, ovnovi oko 80 kg), kasnozrela je i sezonski poliestrična (Pavić i sur., 1998.). Plodnost ovaca je, ovisno o stadi, hranidbi i dobi, između 120 i 140%, a janjad do klanja prosječno dnevno prirasta od 200 do 300 g (Mioč i sur., 2007.). Uvažavajući činjenicu kako fizikalno kemijska svojstva mesa definiraju njegovu kvalitetu i prihvaćenost od strane potrošača, cilj istraživanja je bio utvrditi parametre boje i pH vrijednost janjećeg mesa te pokušati dati odgovor na pitanje u kojoj mjeri spol utječe na navedena pokazatelje.

### Materijal i metode

Janjad travničke pramenke obuhvaćena predmetnim istraživanjem ( $n=70$ ;  $\text{♂}=48$ ;  $\text{♀}=22$ ) je nakon partusa temeljem ujednačenosti po porodnoj masi i dobi odvojena od ostatka stada te do klanja (u dobi od oko 100 danai) uzgajana u jednakim smještajnim i hranidbenim

uvjetima. Janjad je uz mlijeko (sisanjem) konzumirala livadno sijeno i krepka krmiva po volji. Obrok krepkih krmiva sastojao se od prekrupe kukuruznog zrna, ječma, zobi, sojine sačme te mineralno vitaminskog dodatka. Boja mesa je izmjerena 45 min. nakon klanja na dvije mišićne regije (*m. semitendinosus* (MS) i *m. rectus abdominis* (MRA)) pomoću uređaja Minolta Chroma Meter CR-410 s 50 mm dijametarskim područjem mjerenja i spektrom boja L\* (svjetlina; engl. lightness), a\* (crvenilo; engl. redness), b\* (žutilo, engl. yellowness) (CIE, 1976.) uz standardnu iluminaciju za meso. Vrijednost pH u dugom leđnom mišiću (*m. longissimus dorsi* (MLD)) izmjerena je ubodnom elektrodom OSH 12-01 pomoću pH metra IQ 150 u visini između 12. i 13. rebra, unutar 45 minuta nakon klanja (u daljnjem tekstu vrijednost označena kao pH<sub>45</sub>). Statistička obrada podataka izvršena je pomoću programa SAS (SAS, 2011.) korištenjem procedura MEANS i GLM prilikom deskriptivne i inferencijalne statističke analize.

## Rezultati i rasprava

Utvrđeni prosjeci i pokazatelji varijabilnosti istraživanih svojstava u populaciji janjadi travničke pramenke prikazani su u tablici 1. Uzimajući u obzir rezultate ovog te prethodno provedenih istraživanja gdje su pH<sub>45</sub> vrijednost i parametri boje utvrđeni na istovjetan način (istraživanja provedena na različitim pasminama u RH), moguće je konstatirati kako se meso janjadi travničke pramenke ne razlikuje u znatnoj mjeri od mesa janjadi hrvatskih pasmina ovaca i nekih inozemnih pasmina uzgajanih u Hrvatskoj. Utvrđena pH<sub>45</sub> vrijednost mesa janjadi travničke pramenke (6,44) bila je svega nešto viša od one utvrđene u mesu znatno teže janjadi ličke pramenke (Kaić i sur., 2016.) ali i znatno lakše janjadi paške ovce te janjadi dalmatinske pramenke (Vnućec i sur., 2014.). Isto tako pH<sub>45</sub> vrijednost mesa janjadi travničke pramenke je bila je neznatno viša od one utvrđene u mesu znatno teže romanovske janjadi (Držaić i sur., 2013.) ali i u mesu neznatno lakše janjadi istarske ovce (Vnućec i sur., 2014, Držaić i sur., 2016.). Uspoređujući istovremeno sve istraživane pokazatelje boje mesa (na obje mišićne regije) travničke pramenke s drugim pasminama iz spomenutih istraživanja, utvrđeno je da je boja mesa janjadi travničke pramenke najsličnija boji mesa janjadi istarske ovce. Navedeno je očekivano, s obzirom na sličnu klaoničku masu janjadi ovih dviju pasmina te sličnu tehnologiju uzgoja ovaca i proizvodnje janječeg mesa u tzv. kombiniranom sustavu uzgoja (mlijeko-meso).

Tablica 1. Deskriptivni statistički pokazatelji klaoničke mase, mase trupa te istraživanih svojstava pH<sub>45</sub> vrijednosti i parametara boje mesa janjadi travničke pramenke

Pokazatelj	n	$\bar{x}$	Min.	Maks.	Sd	CV, %	
Klaonička masa (kg)	70	21,85	13,94	32,78	3,21	14,70	
Masa trupa (kg)	70	11,04	6,42	15,60	1,73	15,68	
pH <sub>45</sub>	MLD	70	6,44	5,58	6,83	0,21	3,39
L*		70	53,66	47,51	56,51	2,80	5,23
a*	MRA	70	21,97	17,45	28,47	1,98	8,99
b*		70	3,99	0,22	7,20	1,56	38,92
L*		70	46,17	40,44	51,00	2,36	5,12
a*	MS	70	17,49	14,48	19,86	1,27	7,25
b*		70	2,97	-0,36	6,69	1,29	43,52

n – broj janjadi;  $\bar{x}$  – aritmetička srednja vrijednost; Min. – najmanja vrijednost; Maks. – najveća vrijednost; Sd. – standardna devijacija; CV - koeficijent varijabilnosti, L\* = svjetlina, a\* = crvenilo, b\* = žutilo; MLD – *m. longissimus dorsi*, MRA – *m. rectus abdominis*, MRS – *m. semitendinosus*

Rezultati inferencijalne statističke analize utjecaja spola na istraživana svojstva mesa janjadi travničke pramenke su prikazani u tablici 2. Neznatno veća vrijednost pH<sub>45</sub> utvrđena u mesu muške janjadi (6,46 nasuprot 6,40) nije bila statistički značajna ( $p > 0,05$ ) što je suglasju s rezultatima brojnih istraživanja provedenih na različitim pasminama ovaca (Vergara i sur., 1999., Žgur i sur., 2003., Teixeira i sur., 2005., Rodríguez i sur., 2007., Mioč i sur., 2012.). Kao i kod pH<sub>45</sub> vrijednosti mesa, utvrđen utjecaj spola na istraživane pokazatelje boje mesa je bio neznatan. Utvrđene vrijednost L\* parametra boje su bile veće u mesu muške janjadi na obje istraživane mišićne regije. Međutim, statistički značajna razlika je utvrđena samo na MS ( $p < 0,05$ ). Vrijednost b\* parametra boje je bila veća u mesu ženske janjadi na obje mišićne regije dok je vrijednost a\* parametra boje bila veća na MRA dok je na MS bilo obrnuto. U svim navedenim slučajevima razlike su bile neznačajne kako u praktičnom tako i u statističkom smislu. Dobiveni rezultati su u visokom suglasju sa navodima brojnih autora koji su u svojim istraživanjima utvrdili kako spol janjadi uglavnom nema značajan utjecaj na boju mesa (Rodríguez i sur., 2007., Santos i sur., 2007., Kaić i sur., 2016.).

Tablica 2. Utjecaj spola na pH<sub>45</sub> vrijednosti i pokazatelje boje mišićnog tkiva

Pokazatelj		Spol		Razina značajnosti
		Muški (LSM±SE)	Ženski (LSM±SE)	
pH <sub>45</sub>	MLD	6,46±0,03	6,40±0,05	NZ
L*		53,81±0,41	53,34±0,60	NZ
a*	MRA	22,06±0,27	21,76±0,42	NZ
b*		3,91±0,23	4,17±0,33	NZ
L*		46,57±0,33	45,31±0,49	*
a*	MS	17,35±0,18	17,79±0,27	NZ
b*		2,89±0,18	3,15±0,28	NZ

LSM = marginalni prosjeci iz statističkog modela SE = standardna greška; L\* = svjetlina, a\* = crvenilo, b\* = žutilo; NZ – nije značajno; \*  $P < 0,05$ ; MLD – *m. longissimus dorsi*, MRA – *m. rectus abdominis*, MRS – *m. semitendinosus*

## Zaključak

Znanstveno utemeljeni rezultati proizišli iz ovog istraživanja predstavljaju osnovu za tvrdnju kako meso janjadi travničke pasmine po nekim bitnim svojstvima kvalitete (boji i pH vrijednosti) ne odstupa u značajnijoj mjeri od mesa ostalih pasmina uzgajanih na području Republike Hrvatske. Također, rezultati istraživanja su važan dokaz kako spol nema značajan utjecaj na navedena svojstva te ne bi trebao predstavljati kriterij odabira janječeg mesa na tržištu Republike Hrvatske.

## Napomena

Rad je izvadak iz diplomskog rada Šimuna Aščića, mag. ing. agr. pod nazivom „Klaonički pokazatelji i odlike trupova janjadi travničke pramenke na području Bilogore“.

## Literatura

- CIE (1976). Commission International de l'Eclairage, Colorimetry, 2nd edn, Vienna.
- Držaić, V., Kaić, A., Širić, I., Antunović, Z., Mioč, B. (2016). Boja i pH vrijednost mesa istarske janjadi. *Poljoprivreda*. 22 (1): 39-45.
- Držaić, V., Mioč, B., Baričević, I., Pavić, V. (2013). Neke mesne odlike romanovske janjadi u Hrvatskoj. *Proceedings of 51th Croatian & 11th International Symposium on Agriculture*. University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Zagreb. pp 729-733.

- HPA (2016). Godišnje izvješće za 2015. godinu (Ovčarstvo, kozarstvo i male životinje). Hrvatska poljoprivredna agencija, Križevci. pp 1-105.
- Husak, R. (2017). Održivost uzgoja travničke pramenke na području Bilogore. Završni specijalistički diplomski stručni rad. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima. Pp 1-42.
- Kaić, A., Mioč, B., Kasap, A., Levart, A. (2018). Physicochemical properties of meat of Lika Pramenka lambs raised under semi-extensive production system : effects of sex , slaughter weight and season. Veterinarski arhiv 86 (2): 229-241.
- Mioč, B., Pavić, V., Sušić, V. (2007). Ovčarstvo. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
- Mioč, B., Držaić, V., Vnučec, I., Barać, Z., Prpić, Z., Pavić, V. (2012). Utjecaj spola na klaoničke pokazatelje paške janjadi. Stočarstvo 66(2): 95-105.
- Pavić, V., Mioč, B., Barać, Z. (1998). Odlike eksterijera travničke pramenke. Stočarstvo. 53 (2): 83-89.
- Rodríguez, A.B., Landa, R., Bodas, R., Prieto, N., Mantecón, A.R., Giráldez, F.J. (2007). Carcass and meat quality of Assaf milk fed lambs: Effect of rearing system and sex. Meat Science. 80: 225-230.
- Santos, V.A.C., Silva, S.R., Mena, E.G., Azevedo, J.M.T. (2007). Live weight and sex effects on carcass and meat quality of ‘‘Borrego terrincho–PDO’’ suckling lambs. Meat Science. 77: 654-661.
- Teixeira, A., Batista, S., Delfa, R., Cadavez, V. (2005). Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. Meat Science 71: 530–536.
- SAS (2011). SAS Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Žgur, S., Cividini, A., Kompan, D., Birtič, D. (2003). The effect of live weight at slaughter and sex on lambs carcass traits and meat characteristics. Agriculturae Conspectus scientificus. 68(3): 155-159.
- Vergara, H., Molina, A., Gallego, L. (1999). Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. Meat Science. 52: 221-226.
- Vnučec, I., Držaić, V., Mioč, B., Prpić, Z., Pavić, V., Antunović, Z. (2014). Carcass traits and meat colour of lambs from diverse production systems. Veterinarski arhiv. 84(3): 251-263.

## Colour and pH value of lamb meat of Travnik sheep breed

### Abstract

The aim of the study was to determine colour parameters ( $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ ) and pH value of lamb meat of Travnik sheep breed, and to examine the effect of gender on these traits. The study was conducted on 70 carcasses ( $\sigma=48$ ;  $\text{♀}=22$ ). The average of  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  parameters on *m. rectus abdominis* and *m. semitendinosus* were 53,66, 21.97, 3.99 and 46.17, 17.49, 2.97, respectively. The average of the pH value determined on *m. longissimus dorsi* was 6,44. The research showed a great similarity for all the investigated traits among genders, except for the value of the  $L^*$  parameter of the meat colour on *m. semitendinosus* which was found to be significantly higher in male lambs ( $P < 0.05$ ).

**Key words:** lambs, meat colour, pH, travnička sheep

## Fenotipske odlike jaradi alpina pasmine u poluintenzivnom sustavu

Željka Klir, Josip Novoselec, Mario Ronta, Zvonko Antunović

*Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, V. Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska (zklir@pfos.hr)*

### Sažetak

Cilj predmetnog istraživanja bio je utvrditi fenotipske odlike jaradi različite dobi u poluintenzivnom sustavu uzgoja. Istraživanje je provedeno s 32 jaradi pasmine francuska alpina dobi od 30 i 85 dana. Jarad je sisala po volji do dobi od dva mjeseca kada je odbijena i hranjena krmnom smjesom i sijenom. Od fenotipskih odlika uzete su tjelesna masa i tjelesne mjere te su izračunati indeksi tjelesne razvijenosti jaradi. Prosječna tjelesna masa jaradi u dobi od 30 dana bila je 7,88 kg, a u jaradi dobi od 85 dana 16,16 kg, dok su prosječni dnevni prirasti bili 145,69 g. Utvrđene fenotipske odlike jaradi ukazuju na pravilan i zadovoljavajući rast i razvoj koji ne odstupa od standarda pasmine.

**Ključne riječi:** jarad, francuska alpina, fenotipske odlike, poluintenzivan sustav uzgoja

### Uvod

U pasminskom sastavu uzgojno valjanih koza u Republici Hrvatskoj, najveći je broj koza pasmine francuska alpina, ukupno 4.465 grla (HPA, 2017.). Uzgojni cilj alpske koze je proizvodnja mlijeka, dok se muška i ženska jarad koja nije predviđena za rasplod koristi za meso (Mioč i sur., 2011.). Sisajuća jarad vrlo je osjetljiva kategorija koza, podložna brojnim bolestima i neodgovarajućem rastu i razvoju, zbog smanjene otpornosti uslijed nerazvijenosti pojedinih organa i bioloških mehanizama (Antunović i sur., 2008.). Jarad je u tom razdoblju vrlo osjetljiva na promjene u hranidbi i držanju pri čemu je osobito važna prilagodba na obroke sastavljene od voluminoznih krmiva i žitarica uz postupno smanjivanje bjelančevina iz mlijeka (Antunović i sur., 2015.). Upravo se u prvom mjesecu života ostvaruje najbrži rast jaradi. Utvrđivanjem eksterijernih odlika najlakše se i najbrže dobiva slika o standardima pasmine (Riva i sur., 2004.) te se dobiva informacije o morfologiji i sposobnosti za rast (Shirzeyli i sur., 2013.). Osim toga, prosječni dnevni prirasti mlade jaradi povezani su sa zdravljem, dobrobiti te s budućom proizvodnjom (Deeming i sur., 2016.). Heritabiliteti za tjelesnu masu i tjelesne mjere kreću se od 0,20 do 0,52 (McManus i sur., 2008.), dok je hranidba najvažniji okolišni čimbenik koji utječe na rast i razvoj mlađih kategorija preživača (Bugti i sur., 2016.). Prema tome, cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi fenotipske odlike jaradi dobi 30 i 85 dana u poluintenzivnom sustavu uzgoja te ih usporediti s fenotipskim odlikama jaradi iz dostupne literature.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno s 32 jaradi pasmine francuska alpina na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu u Marjančacima. Jarad je bila u poluintenzivnom sustavu uzgoja, držana zajedno s kozama, do dobi od dva mjeseca. Tijekom prvog mjeseca nakon jarenja, sva je jarad držana zajedno s kozama i sisala po volji, pri čemu je mlijeko bilo jedini izvor hrane. Nakon navršenih mjesec dana jarad je postupno odbijana od majki, pri čemu se postupno smanjivala hranidba mlijekom i uključivala krmna smjesa (87,43% suhe tvari; 16,23% sirovih bjelančevina; 5,70% sirovih masti; 4,25% sirovih vlakana; 13,13 MJ/kg metaboličke energije) i sijeno ad libitum. Jarad je držana u zasebnim boksovima, odvojena

od majki, tijekom noći, a nakon jutarnje mužnje bi opet bila vraćena u boksove gdje je boravila zajedno s kozama, sve do navršena dva mjeseca kada je odbijena. Jarad je držana skupno u posebnim boksovima, odvojenima od boksova u kojima su držane koze, no imala je slobodan pristup krmnim smjesama i sijenu djetelinsko-travnih smjesa.

Na početku i na kraju istraživanja, odnosno dobi jaradi od 30 i 85 dana, uzete su tjelesne mjere i utvrđena je tjelesna masa. Tjelesna masa je utvrđena mobilnom stočnom vagom, a tjelesne mjere stočnom vrpcom i Lydtinovima štapićima. Od tjelesnih mjera utvrđene su: visina grebena, dužina trupa, opseg prsa, širina prsa, dubina prsa, opseg buta, dužina buta i opseg cjevanice. Utvrđeni su i indeksi tjelesne kondicije jaradi prema Russel (1991.) ocjenama od 1 do 5. Prema Chiofalo i sur. (2004.) te Činkulov i sur. (2003.), na temelju tjelesnih mjera izračunati su: indeks anamorfoznosti, indeks tjelesnih proporcija, indeks prsa, indeks tjelesne kompaktnosti i indeks mišićavosti.

Rezultati istraživanja utvrđeni su deskriptivnom statistikom u programu SAS (9.4), procedurom MEANS te su izraženi kao aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalna i maksimalna vrijednost, standardna pogreška srednje vrijednosti i koeficijent varijacije.

### Rezultati i rasprava

Tjelesne mase i prosječni dnevni prirasti jaradi prikazani su u Tablici 1. Tjelesne mase jaradi kretale su se od 4,26 do 11,20 kg u jaradi u dobi od 30 dana te 9,30 do 22,80 kg u dobi od 85 dana. Bugti i sur. (2016.) su u sisajuće jaradi u dobi od 4 tjedna utvrdili prosječnu tjelesnu masu od 6,5 kg, a u jaradi koja je bila hranjena mliječnom zamjenom 5,77 kg. Maksimović i sur. (2015.) su u jaradi alpina pasmine utvrdili prosječnu masu jaradi u dobi od 30 dana koja je bila 8,7 kg. Nešto više tjelesne mase jaradi alpina pasmine ( $10,94 \pm 1,29$ ) dobi od 28 dana utvrdili su Antunović i sur. (2013.) u konvencionalnom sustavu uzgoja. Prosječni dnevni prirasti jaradi u predmetnom istraživanju bili su 145,69 g. Antunović i sur. (2013.) utvrdili su veće prosječne dnevne priraste jaradi do 70. dana života ( $161,32 \pm 22,13$  g) u konvencionalnom uzgoju, dok su u ekološkom uzgoju bili manji ( $119,87 \pm 25,99$  g) u odnosu na predmetno istraživanje. Prosječni dnevni prirasti jaradi u predmetnom istraživanju bili su slični onima u istraživanju Antunovića i sur. (2015.) u ekološkom uzgoju u razdoblju od jarenja do 95. dana života ( $151,92 \pm 15,87$  g). Tjelesna masa i prosječni dnevni prirasti jaradi su vrlo varijabilni te pod utjecajem spola i sezone jarenja (Mioč i sur., 2011.) te količine i kvalitete obroka (Deeming i sur., 2016.).

Tablica 1. Proizvodna svojstva jaradi različite dobi

Pokazatelj	Srednja vrijednost	SD	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	SE	CV (%)
Tjelesna masa (kg)						
30 dana	7,88	1,82	4,26	11,20	0,32	22,28
85 dana	16,16	3,16	9,30	22,80	0,56	19,54
Prosječni dnevni prirast (g)	145,69	34,88	67,86	207,14	6,17	23,94

SD-standardna devijacija, SE standardna pogreška srednje vrijednosti, CV-koeficijent varijacije.



Tablica 2. Tjelesne mjere jaradi različite dobi

Mjere, cm	Srednja vrijednost	SD	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	SE	CV (%)
<b>Visina grebena</b>						
30 dana	42,84	3,68	35,00	48,00	0,65	8,58
85 dana	54,08	3,28	46,50	60,00	0,58	6,07
<b>Dužina trupa</b>						
30 dana	45,25	3,54	38,00	50,50	0,63	7,81
85 dana	57,13	4,20	48,00	67,10	0,74	7,36
<b>Opseg prsa</b>						
30 dana	44,48	3,62	37,50	50,00	0,64	8,14
85 dana	57,24	4,40	47,00	67,20	0,78	7,70
<b>Dubina prsa</b>						
30 dana	15,70	1,45	12,50	18,00	0,26	9,22
85 dana	20,84	2,27	11,00	24,00	0,25	6,60
<b>Širina prsa</b>						
30 dana	9,23	1,18	6,50	11,00	0,21	12,84
85 dana	11,47	1,16	10,00	15,10	0,21	10,12
<b>Dužina buta</b>						
30 dana	21,23	1,61	18,00	24,00	0,28	7,56
85 dana	25,72	1,87	21,00	29,00	0,33	7,27
<b>Opseg buta</b>						
30 dana	21,92	2,02	18,00	26,00	0,36	9,20
85 dana	25,36	2,77	18,00	31,00	0,49	10,91
<b>Opseg cjevanice</b>						
30 dana	6,96	0,54	6,00	8,00	0,09	7,71
85 dana	7,23	0,56	6,30	8,80	0,10	7,72

SD-standardna devijacija, SE standardna pogreška srednje vrijednosti, CV-koeficijent varijacije.

Opseg prsa, dužina trupa, visina grebena i visina križa ukazuju na tjelesnu razvijenost te veličinu tijela, dok kombinacija opsega prsa i dužine trupa najbolje predviđaju tjelesnu masu (Birteeb i Lomo, 2015.). Koze alpina pasmine su srednje tjelesne razvijenosti te dobro izraženih dubina, trup je čvrst s dobro razvijenim prsnim košem i jakim udovima (Mioč i sur., 2012.). Prema Birteeb i Lomo (2015.) visina grebena proporcionalna je povećanju dužine trupa, opsegu prsa, uz povećanje ukupne tjelesne razvijenosti. Navedeno je u skladu s rezultatima predmetnog istraživanja. Antunović i sur. (2013.) su u konvencionalnom uzgoju utvrdili sljedeće tjelesne mjere jaradi dobi 28 dana: visina grebena je iznosila 45,00 cm, dužina trupa 45,46 cm, širina prsa 10,62 cm, opseg prsa 51,38 cm, opseg cjevanice 6,31 cm, dužina buta 21,38 cm, te opseg buta 23,69 cm. Navedene tjelesne mjere bile su slične onima utvrđenim u predmetnom istraživanju (Tablica 2.).

U Tablici 3. vidljivi su indeksi tjelesne razvijenosti jaradi u dobi od 30 i 85 dana. Tjelesna masa i indeks anamorfoznosti rezultat su razvijenosti respiratornog i probavnog sustava, dok je indeks tjelesnih proporcija rezultat razvoja koštanog sustava u longitudinalnom smjeru, što je vrlo važno svojstvo mliječnih pasmina (Chiofalo i sur., 2004.). U istraživanju Otzule i Ilgaža (2014.) utvrđeno je kako je najvažnije razdoblje za razvoj probavnog sustava i rast jaradi oko 45. dana života. Širina i dubina prsa ukazuju na rast i razvoj koštanog sustava (Chacon i sur., 2011.). Antunović i sur. (2015.) su u jaradi dobi od 15 do 75 dana u ekološkoj proizvodnji utvrdili indeks anamorfoznosti od 45,00 do 59,71, a indeks tjelesnih proporcija od 16,71 do 30,28 te indeks tjelesne kondicije od 2,53 do 2,75 koji je bio manji u odnosu na predmetno istraživanje (3,23 i 3,05). Indeks tjelesne kondicije ukazuje na dostupnost

tjelesnih pričuva koje životinja koristi u stanju stresa i nedostatku hranjivih tvari pod utjecajem nedostatne i neodgovarajuće hranidbe (Villaquirán i sur., 2012.). Navedeni rezultati ukazuju na zadovoljavajuću hranidbu jaradi kozjim mlijekom te dobro izbalansiranim krmnim smjesama u pogledu sadržaja bjelančevina i energije.

Tablica 3. Indeksi tjelesne razvijenosti jaradi različite dobi

Pokazatelj	Srednja vrijednost	SD	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	SE	CV (%)
<b>Indeks tjelesne kondicije</b>						
30 dana	3,23	0,31	2,50	4,00	0,05	9,61
85 dana	3,05	0,23	2,50	3,50	0,04	7,64
<b>Indeks anamorfoznosti</b>						
30 dana	46,33	5,09	37,50	56,20	0,90	11,00
85 dana	60,78	7,40	47,51	79,23	1,31	12,18
<b>Indeks tjelesnih proporcija</b>						
30 dana	18,55	3,23	13,06	24,35	0,57	17,41
85 dana	29,73	4,74	20,00	38,00	0,84	15,94
<b>Indeks prsa</b>						
30 dana	58,82	6,33	44,83	72,41	1,12	10,76
85 dana	54,25	4,54	47,62	71,90	0,80	8,38
<b>Indeks tjelesne kompaktnosti</b>						
30 dana	98,37	4,21	90,48	111,39	0,74	4,28
85 dana	100,25	3,88	94,14	109,38	0,69	3,87
<b>Indeks mišićavosti</b>						
30 dana	104,03	5,77	89,58	117,07	1,02	5,55
85 dana	105,90	5,91	91,19	117,89	1,04	5,58

SD-standardna devijacija, SE standardna pogreška srednje vrijednosti, CV-koeficijent varijacije.

## Zaključak

Temeljem dobivenih rezultata može se zaključiti da je jarad alpina pasmine u poluintenzivnom sustavu uzgoja ostvarila zadovoljavajući rast i razvoj u dobi od 30 i 85 dana. Utvrđene fenotipske odlike jaradi ukazuju i na odgovarajuću hranidbu te ne odstupaju od standarda pasmine.

## Literatura

- Antunović, Z., Šperanda, M., Senčić, Đ., Domaćinović, M., Novoselec, J. (2008.). Efficiency of probiotic preparation „Probios 2b“ in goat kids feeding. *Krmiva* 50(2): 73-78.
- Antunović, Z., Varžić, G., Novoselec, J., Šperanda, M., Klir, Ž. (2013.). Utjecaj sustava uzgoja na rast i razvoj jaradi. 48. hrvatski i 8. međunarodni simpozij agronoma., 17.-22. veljače 2013., Dubrovnik, Hrvatska, str. 707-711.
- Antunović, Z., Novoselec, J., Klir, Ž. (2015.). Body growth of goat kids in organic farming. *Macedonian Journal of Animal Science* 5(2): 59-62.
- Birteeb, P.T., Lomo, R. (2015.). Phenotypic characterization and weight estimation from linear body traits of West African Dwarf goats reared in the transitional zone of Ghana. *Livestock Research for Rural Development* 27: 175.
- Bugti, A.G., Kaleri, H.A., Shah, M.A., Zaman, S., Iqbal, M.A., Samo, A.K., Goswami, N., Kaleri, R.R. (2016.). Effect of milk replacer on the growth of goat kids. *Journal of Agriculture Biotechnology*. 1: 22–25.
- Chacon, E., Macedo, F., Velazquez, F., Rezende Paiva, S., Pineda, E., McManus, C. (2011). Morphological measurements and body indices for Cuban Creole goats and their crossbreds. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40(8): 1671-1679.
- Chiofalo, V., Liotta, L., Chiofalo, B. (2004.). Effects of the administration of Lactobacili on body growth and on the metabolic profile in growing Maltese goat kids. *Reproduction Nutrition Development*. 44: 449-457.

- Ćinkulov, M., Krajinović, M., Pihler, I. (2003.). Phenotypic differences between two types of Tsigai breed of sheep. *Lucrari științifice Zootehnie și Biotehnologii* 36: 395-299.
- Deeming, L.E., Beausoleil, N.J., Stafford, K.J., Webster, J.R., Zobel, G. (2016.). Variability in growth rates of goat kids on 16 New Zealand dairy goat farms. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 76: 137-138.
- Hrvatska Poljoprivredna Agencija, HPA (2017.). *Ovčarstvo i kozarstvo. Izvješće za 2016. godinu*. Str. 48.
- Maksimović N., Bauman F., Petrović M.P., Petrović V.C., Ružić-Muslić D., Mičić N., Milošević-Stanković I. (2015.). Productive characteristics and body measurements of alpine goats raised under smallholder production systems in Central Serbia. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 31 (2), 245-253.
- McManus, C., Filho, G.S., Louvandini, H., Talarico Dias, L., Almeida Teixeira, R., Sayori Murata, L. (2008.). Growth of Saanen, Alpine and Toggenburg goats in the Federal District, Brazil: genetic and environmental factors. *Ciência Animal Brasileira*, 9(1): 68-75.
- Mioč, B., Sušić, V., Antunović, Z., Prpić, Z., Vnučec, I., Kasap, A. (2011.). Study on birth weight and pre-weaning growth of Croatian multicolored goat kids. *Veterinarski Arhiv*. 81 (3): 339-347.
- Mioč, B., Barać, Z., Pavić, V., Prpić, Z., Mulc, D., Špehar, M. (2012.). Hrvatska poljoprivredna agencija. Program uzgoja koza u Republici Hrvatskoj. Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza. Str. 38.
- Otzule, L., Ilgaža, A. (2014.). Goat kids stomach morphological development depending on the milk type. *Research for Rural Development*. 1:185-189.
- Riva, J., Rizzi, R., Marelli, S., Cavalchini, L.G. (2004.). Body measurements in Bergamasca sheep. *Small Ruminant Research*. 55: 221-227
- Russel, A. (1991.): *Body condition scoring of sheep*. Iz knjige: *Sheep and goat practice*. Boden, E. (Ed.). Bailliere Tindall, Philadelphia. Str. 3.
- SAS Institute Inc. (2002-2012). *SAS® Proprietary Software 9.4*. Cary, NC, USA.
- Shirzeyli, F. H., Lavvaf, A., Asadi, A. (2013.). Estimation of body weight from body measurements in four breeds of Iranian sheep. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*. 35 (5): 507-511.
- Villaquiran, M., Gipson, R., Merkel, R., Goetsch, A., Sahlu, T. (2012.). Body condition scores in goats. *Langston University, Agriculture Research and Cooperative Extension*. 125-131.

## Phenotypic traits of alpine goat kids in a semi-intensive system

### Abstract

The aim of the present study was to determine phenotypic traits of goat kids of different age in semi-intensive farming system. The research was conducted with 32 kids of French Alpine breed in the age of 30 and 85 days. Kids were suckling *ad libitum* until age of two months, and weaned afterwards, when feeding was obtained with feed mixture and hay *ad libitum*. Body weight and body measures of kids were determined, and indices of body development were calculated. Average body weight of 30 days old kids was 7.88 kg, and 85 days old kids 16.16 kg, while average daily gain was 145.69 g. Determined phenotypic traits of kids indicate adequate and satisfactory growth and development, which does not deviate from breed standard.

**Key words:** kids, French Alpine, phenotypic traits, semi-intensive farming system

## Odlike uzgoja teladi na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima Koprivničko-križevačke županije

Miljenko Konjačić, Antonio Kuzmić, Ivan Baričević, Nikolina Kelava Ugarković, Krešimir Salajpal, Antun Kostelić, Ante Ivanković, Jelena Ramljak

*Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska (mkonjacic@agr.hr)*

### Sažetak

Cilj rada bio je istražiti odlike uzgoja teladi od teljenja do odbića na području Koprivničko-križevačke županije. Anketnim istraživanjem 312 obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava (OPG-a) utvrđeno je da se telad najčešće drži vezana u istom objektu sa kravama (68,9% OPG-a). Prvu porciju kolostruma unutar prva tri sata nakon teljenja telad dobiva na 79,2% OPG-a. U hranidbi teladi najčešće se koristi mlijeko (97,8% OPG-a) i to na 61,5% OPG-a više od 500 litara. Od krute hrane telad dobiva sijeno (77,6% OPG-a), starter (61,2% OPG-a), dok se ukupno izmješani obrok (TMR) koristi na 2,9% OPG-a. Najčešće bolesti teladi su proljevi (85,6% OPG-a), a vakcinacija se provodi na 43,3% OPG-a.

**Ključne riječi:** Telad, Koprivničko-križevačka županija, obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo, tehnologije držanja i hranidbe

### Uvod

U Republici Hrvatskoj godišnje ugiba od 20.000 do 30.000 goveda. Konjačić i Ivanković (2013.) navode da preko jedne trećine svih uginuća goveda čine uginuća teladi. Smanjenje broja mliječnih krava i velik broj uginuća teladi uzrokovali su poremećaj na tržištu teladi. Stoga je važno smanjiti gubitke u uzgoju i tovu teladi, kako bi se održala isplativost tova teladi i junadi te uzgoja rasplodnih junica. Razdoblje od teljenja do odbića kao i postupci s teletom u prvim satima njegova života predstavljaju najkritičnije razdoblje u uzgoju teladi za rasplod i tov (Konjačić, 2007.<sup>a</sup>). Hranidba i držanje u prvim danima i tjednima uzgoja teladi može značajno utjecati na rentabilnost u tovu teladi i junadi te na rasplodne i reproduktivne karakteristike pomlatka koji će se koristiti za remont stada ili prodati kao rasplodni materijal. Pretpostavka je da se uginuća teladi mogu uvelike izbjeći primjenom odgovarajućih tehnoloških postupaka neposredno nakon teljenja pa do odbića te da se primijenjene tehnologije uvelike razlikuju između pojedinih obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava i regija u Republici Hrvatskoj. Cilj ovog rada bio je istražiti obilježja aktualnih tehnologija držanja i hranidbe teladi na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima Koprivničko-križevačke županije.

### Materijal i metode

Za potrebe rada provedeno je anketno istraživanje na 312 obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava u Koprivničko-križevačkoj županiji. Ispitanici su odabirani slučajnim odabirom među gospodarstvima koja su u sustavu kontrole mliječnosti. Ukupno 14 gospodarstava je izuzeto iz obrade podataka jer su držala manje od 6 grla krava i bređih junica. Anketni upitnik sadržavao je trideset i jedno pitanje podijeljenih u tri grupe pitanja:

Podatci o gospodarstvu: pitanja o gospodarstvu i nositelju gospodarstva.

Podatci o farmi: pitanja o veličini farme, načinu držanja životinja, zastupljenosti pasmina, sustavu hranidbe i općenitom postupanju sa životinjama.

Podatci o uzgoju teladi: pitanja o količini kolostruma, vremenu odbića, dostupnosti krute hrane i vode, najčešćim zdravstvenim problemima i slično.

Prikupljanje podataka anketnog upitnika provodilo se izravno na gospodarstvu u razgovoru s nositeljem gospodarstva u razdoblju od 01. lipnja do 15. listopada 2016. godine. Pitanja u anketi bila su uglavnom zatvorenog tipa. Dobiveni rezultati obrađeni su pomoću SPSS statističkog programa. Nakon unosa podataka napravljena je post logička kontrola istih. Korištena je jednovarijantna (analiza jedne varijable) i dvovarijantna (dvosmjerna tabulacija ili „ukrštenje“) obrada podataka. Rezultati su potom analizirani primjenom statističkog  $\chi^2$  (hi-kvadrat) testa s razinom značajnosti  $p < 0,05$ .

## Rezultati i rasprava

Anketnim ispitivanjem utvrđeno je da se 94,6% OPG-a bavi isključivo govedarskom proizvodnjom, dok se svega njih 5,4% dodatno bavi nekom drugom poljoprivrednom djelatnošću. Dakle, razina specijaliziranosti gospodarstava uključenih u istraživanje bila je visoka. Najzastupljenija su gospodarstva bila sa 11 do 20 krava i bređih junica (44,3%) te gospodarstva sa 21 do 50 plotkinja (34,2%). Na 12,8% gospodarstava se uzgaja 6-10 krava, a više od 50 krava i bređih junica posjeduje 8,7% gospodarstava. Sustavi držanja krava i bređih junica na farmama Koprivničko-križevačke županije zastupljeni su u sljedećim udjelima: kombinirani 6,4%, slobodni 16% i vezani 77,6%. Obzirom na dominantan vezani način držanja, može se zaključiti da se radi o sustavima uzgoja i držanja sa nižim ulaganjima u objekte i tradicionalnim pristupom proizvodnji. Vezani način držanja krava i bređih junica zastupljeniji je na gospodarstvima s manje krava i s manje članova ( $p < 0,001$ ). Među sustavima hranidbe krava i junica najzastupljenija je klasična hranidba pojedinačnim krmivima (91% OPG-a), dok se TMR obrok koristi na 9% OPG-a. Hranidba TMR obrokom značajno ( $p < 0,001$ ) više se primjenjuje na većim gospodarstvima. Ispaša za bređe krave i junice osigurana je na 21,5% OPG-a. Vakcinacija bređih krava i junica obavlja se na 46,8% gospodarstava.

U uzgoju teladi na analiziranim OPG-ima zabilježeni su sljedeći sustavi držanja: vezani, pojedinačno slobodno držanje u boksu i skupno slobodno držanje u boksu. U tablici 1. prikazan je broj i postotni udio OPG-a obzirom na utvrđene sustave držanja teladi. Vezani sustav držanja teladi dominira na OPG-ima Koprivničko-križevačke županije do 8. tjedna (63,42%) i poslije 8. tjedna starosti (66,44%). Navedene vrijednosti su nešto bolje od ranijeg istraživanja Konjačić i sur. (2017.) na OPG-ima Zagrebačke županije gdje je zabilježeno da se više teladi drži na vezu. Najveća razlika uočena je u promjeni postotka slobodne pojedinačno držane teladi u boksu. Naime, nakon 8. tjedna starosti udio slobodno pojedinačno držane teladi se smanjuje sa 14,09% na 4,70%. Navedeno može biti rezultat prodaje odnosno smanjenja broja teladi na analiziranim OPG-ima nakon 8. tjedna starosti, budući da je Zakonom o veterinarstvu (NN, 70/1997.; NN, 105/2001. i NN, 172/2003.), Zakonom za zaštitu životinja (NN, 135/2006.) te Pravilnikom o uvjetima kojima moraju udovoljavati farme i uvjetima za zaštitu životinja na farmama (NN, 136/2005.) i Pravilnikom o minimalnim uvjetima za zaštitu teladi (NN, 110/2010.) zabranjeno vezano držanje teladi na gospodarstvima koja imaju šest i više teladi istovremeno. Sukladno navedenom, utvrđeno je da je udio gospodarstava sa slobodnim držanjem teladi veći što su gospodarstva veća, odnosno imaju veći broj krava i bređih junica ( $p < 0,001$ ). Costa i sur. (2016.) navode da je standardna praksa u mliječnim stadima da se telad odvaja od majki odmah nakon teljenja i smještaju u zasebne objekte u kojima borave sve do odbića. Ova praksa se ne provodi na oko dvije trećine gospodarstava na području Koprivničko-križevačke županije. Na području

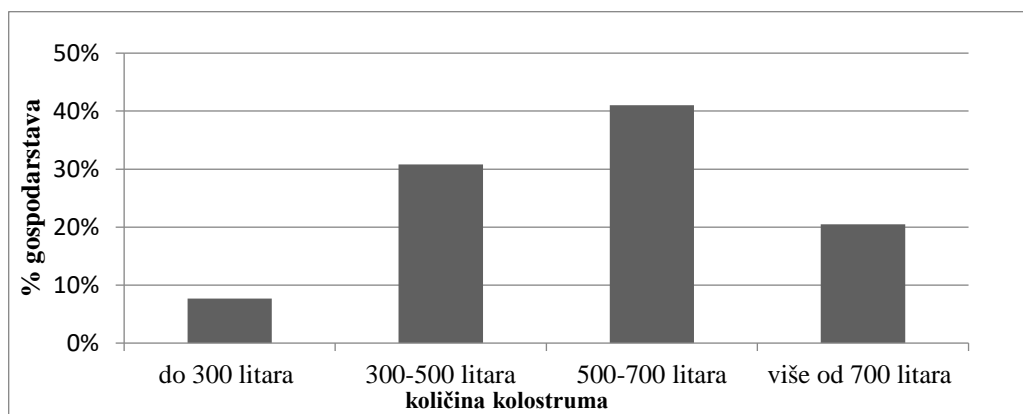
Koprivničko-križevačke županije telad se najčešće drži u objektu s kravama (68,9%), a telicnjak posjeduje 28,2% gospodarstava. Na području Zagrebačke županije utvrđeni su još nepovoljniji udjeli sustava držanja teladi (Konjačić i sur., 2017.).

Tablica 1. Broj i postotak analiziranih OPG-a obzirom na sustave držanja teladi

Sustav držanja teladi	Dob teladi			
	< 8 tjedana		>8 tjedan	
	Broj OPG-a	Postotak OPG-a	Broj OPG-a	Postotak OPG-a
vezano	189	63,42	198	66,44
boks pojedinačno	42	14,09	14	4,70
boks skupno	67	22,49	86	28,86

Izvor: anketni upitnik

U 2,2% slučajeva telad se uzgaja u objektima sa drugim vrstama domaćih životinja, uglavnom svinjama. Iglue za smještaj teladi posjeduju dva gospodarstva slično kao i na području Zagrebačke županije (Konjačić i sur., 2017.). Prvu porciju kolostruma unutar prva tri sata nakon teljenja telad dobiva na 79,2% gospodarstava, osobito na većim gospodarstvima ( $p < 0,05$ ). Navedena praksa doprinosi smanjenju postotka smrtnosti ili oboljevanja nakon teljenja (Konjačić, 2007.<sup>b</sup>). Na 20,2% gospodarstava prva porcija kolostruma teladi se daje u periodu od tri do šest sati nakon teljenja, a na 0,6% gospodarstava šest sati nakon teljenja. Ispitivanje kvalitete kolostruma i određivanje količine imunoglobulina provodi se na svega pet analiziranih gospodarstava korištenjem refraktometra ili kolostrum denzitometra. Smrzavanje viška kolostruma provodi se na 35,6% gospodarstava, a njihov udio raste ukoliko nositelj OPG-a ima višu stručnu spremu ( $p < 0,05$ ). Navedeni podaci pokazuju bolje poznavanje važnosti kvalitete i čuvanja kolostruma uzgajivača sa područja Koprivničko-križevačke nego s područja Zagrebačke županije gdje nije zabilježeno provođenje ispitivanja kvalitete kolostruma, dok je čuvanje kolostruma u zamrzivaču bilo evidentirano na samo 10,5% OPG-a (Konjačić i sur., 2017.). Prva porcija kolostruma koja se daje teladi na 45,5% OPG-a veća je od 1,5 litre, dok se količina kolostruma od 1 do 1,5 litre primjenjuje na 46,5% gospodarstava. Manje od jedne litre kolostruma prvi prvom hranjenju koristi se na 7,7% gospodarstava. Nakon popijenog kolostruma 11,2% teladi siše kravu, 86,5% se napaja mlijekom, a 2,2% teladi mliječnom zamjenicom. Telad je zbog zatvaranja jednakovog žlijeba poželjno napajati iz kante sa siskom. Do trećeg mjeseca života na sisku se napaja 45,8% teladi, do dva mjeseca starosti 32,15%, dok se napajanje duže od tri mjeseca starosti provodi za 8,7% teladi. Do trećeg mjeseca života odbija se 50,6% teladi, do drugog mjeseca života 30,4% teladi, dok se 6,7% teladi odbija do mjesec dana života. Odbiće nakon trećeg mjeseca života provodi se kod 12,2% teladi. Na 61,5% OPG-a telad popije više od 500 litara mlijeka (grafikon 1).



Grafikon 1. Količina mlijeka koju telad popije do odbića

Od krute hrane koja se daje teladi najzastupljenije je sijeno na 77,6% gospodarstava, zatim predstarter ili starter za telad na 61,2% gospodarstava, dok TMR telad dobiva na 2,9% OPG-a. Čak 99,7% gospodarstava daje i neki drugi oblik krute hrane, najčešće su to žitarice koje su prisutne na OPG-u (kukuruz, ječam, pšenica, zob i slično).

Tablica 2. Udio teladi hranjene pojedinom vrstom krute hrane i vode pri različitoj dobi

Dob	Sijeno	Predstarter / starter	Voda
od 5. do 13. dana	20,8	9,6	24,7
od 14. do 30. dana	47,4	35,9	50,3
nakon 30. dana	9,3	15,7	25,0
ne dobiva	22,4	38,8	0

Izvor: anketni upitnik

Najčešći početak dodavanja krute hrane u hranidbu teladi je od 14. do 30. dana starosti, a najčešća krmiva su sijeno (47,4%) te predstarter ili starter (35,9%). Sijeno u obroku dobiva 20,8 % teladi starosti od 5. do 13. dana, dok starter ili predstarter dobiva 9,6% teladi iste starosti. Voda se teladi najčešće nudi od 14. do 30. dana starosti (50,3%), 24,7% teladi vodu dobiva od 5. do 13. dana, a 25,0% teladi nakon 30 dana (Tablica 2).

Najčešće bolesti od koje oboljevaju telad na gospodarstvima Koprivničko-križevačke županije su: pneumonije na 18,9% OPG-a i proljevi na 85,6% OPG-a. Vakcinacija teladi provodi se na 43,3% analiziranih obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava (Tablica 3).

Tablica 3. Bolesti i vakcinacija teladi

Bolest/vakcinacija	DA (%)	NE (%)
Proljev	85,6	14,4
Pneumonije	18,9	81,1
Vakcinacija	43,3	56,7

Izvor: anketni upitnik

## Zaključak

Obiteljska poljoprivredna gospodarstava Koprivničko-križevačke županije uglavnom su specijalizirana za govedarsku proizvodnju sa udjelom od 87,5% gospodarstava kojima se prihodi baziraju isključivo na poljoprivredi i 94,9% onih koji se isključivo bave govedarstvom. Najčešći način držanja krava, junica i teladi je na vezu. Na čak 68,9% OPG-a telad se drži u zajedničkom objektu sa kravama, a s nekom drugom vrstom domaćih životinja na 2,2% gospodarstava. Prva porcija kolostruma dostupna je teladi unutar prva tri sata na 79,2% OPG-a, no mjerenje kvalitete kolostruma se ne provodi. Zamrzavanje mlijeka je zastupljeno na 35,6% gospodarstava. Prvu porciju kolostruma veću od 1,5 litre telad konzumira na manje od 50% gospodarstava. Više od 20% teladi ne dobiva sijeno, a gotovo 10% teladi tek nakon 30. dana starosti. Predstarter ili starter prije 30. dana starosti dobiva 45,5% teladi. Vakcinacija se provodi na 43,3% teladi. Ovo je istraživanje pokazalo da postoji potreba i prostor za daljnji napredak i edukaciju vezanu uz način držanja te uzgoj i hranidbu teladi na području Koprivničko-križevačke županije.

## Napomena

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su projekta 2016-14-67 kojeg financira Ministarstvo poljoprivrede "Primjena novih tehnologija s ciljem povećanja konkurentnosti uzgoja teladi na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima".

## Literatura

- Costa J.H.C., von Keyserlingk M.A.G., Weary D.M. (2016). Invited review: Effects of group housing of dairy calves on behavior, cognition, performance and health. *Journal Dairy Science*. 99 (4): 2453-2467.
- Konjačić M., Baričević I., Zrakić M., Houška N., Županac G., Salajpal K., Ivanković A., Ramljak J. (2017). Obilježja uzgoja teladi na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima Zagrebačke županije. Zbornik radova 52. hrvatski i 12. međunarodni simpozij agronoma, Vila S., Antunović Z. (ur.), 523-527. Dubrovnik, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
- Konjačić M. i Ivanković A. (2013). Uzgoj teladi za tov. Zbornik predavanja IX. Savjetovanja uzgajivača goveda u republici Hrvatskoj, 14.-15. studenog 2013., Đurđevac, str. 47.-54.
- Konjačić, M. (2007a). Postupci s teletom poslije teljenja. *Mljekarski list* 2:20-21.
- Konjačić, M. (2007b). Važnost i sastav kolostruma (grušaline) u othrani teladi. *Mljekarski list*. 3: 14-16.
- Narodne novine (1997). Zakon o veterinarstvu, (NN, 70/1997.)
- Narodne novine (2001). Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o veterinarstvu, (NN, 105/2001).
- Narodne novine (2003). Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o veterinarstvu, (NN, 172/2003).
- Narodne novine (2005). Pravilnik o uvjetima kojima moraju udovoljiti farme i uvjetima za zaštitu životinja na farmama, (NN, 136/2005).
- Narodne novine (2006). Zakon za zaštitu životinja (NN, 135/2006).
- Narodne novine (2010). Pravilnik o minimalnim uvjetima za zaštitu teladi (NN, 110/2010).

## Characteristics of calves rearing in family farms of Koprivnica-Križevci County

### Abstract

The aim of this study was to investigate characteristics of current rearing technologies of calves on family farms in Koprivnica-Križevci County. A survey included 312 family farms and it showed that calves are mainly kept tied (68.9% farms) in same stall with cows. First colostrums within three hours after calving was given to calves at 79.2% farms. For calves nutrition milk is dominantly used (97.8% farms), and in large amounts (>500 l; 61.5% farms). Solid food is based on hay (77.6% farms), starter is used on 61.2% farms, while TMR ratio is used in 2.9% farms. The most often diseases are diarrhea (85.6% farms). Vaccination is carried out in at 43.3% of farms.

**Key words:** Koprivnica-Križevci County, calves, rearing and nutrition technologies



## Povećanje sadržaja omega-3 masnih kiselina u mesu brojlera

Zlata Kralik<sup>1</sup>, Gordana Kralik<sup>1</sup>, Manuela Grčević<sup>1</sup>, Ana Zelić<sup>1</sup>, Emilija Cimerman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska (Zlata.Kralik@pfos.hr)

<sup>2</sup>Savjetodavna služba, Savska cesta 41, 10 000 Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Svježe pileće meso, kao i pileći proizvodi, univerzalno su popularni. Ovo se može protumačiti time što nisu podložni kulturnim ili vjerskim ograničenjima, a meso se percipira kao nutritivno vrijedna namirnica s relativno niskim udjelom masti u čijem profilu ima više poželjnih nezasićenih masnih kiselina u usporedbi s drugim vrstama mesa. Ono što je najvažnije, kvalitetni proizvodi od peradi dostupni su mnogim ljudima po pristupačnim cijenama, iako troškovi proizvodnje variraju. Na kvalitetu mesa peradi utječe niz čimbenika, a jedan od njih je hranidba pilića. Mnogi istraživači dokazali su da se promjenom sastava smjese za piliće može utjecati na promjenu profila masnih kiselina u mesu. Važnost obogaćivanja mesa omega-3 PUFA je u tome što se konzumacijom takvog mesa može preventivno utjecati na zdravlje ljudi. U radu su prikazane najznačajnije esencijalne masne kiseline važne za normalnu funkciju organizma i njihov metabolizam te su navedene mogućnosti obogaćivanja pilećeg mesa s omega-3 masnim kiselinama.

**Ključne riječi:** brojleri, obogaćivanje mesa, omega-3 PUFA

### Uvod

U cijelom svijetu konzumacija mesa peradi i dalje raste, kako u razvijenim tako i u zemljama u razvoju. Godine 1999. globalna proizvodnja tovnih pilića prvi put je dostigla 40 milijardi, a do 2020. predviđa se da će taj trend linearno rasti te će meso peradi biti prvi odabir kod konzumenata (Bilgili, 2002.). Meso peradi u potrošnji svih vrsta mesa zauzima jedno od vodećih mjesta u svim zemljama svijeta. Rezultat je to niza čimbenika kao što su: kratko trajanje tova, odlična iskoristivost prostora, velike reprodukcijске mogućnosti peradi, izvrsna konverzija hrane i zadovoljavajuća nutritivna vrijednost mesa peradi te relativno niska prodajna cijena. Na kvalitetu mesa brojlera utječe nekoliko čimbenika: genotip i spol pilića, hranidba, način i dužina tova, postupak sa životinjama prije klanja, transport, način klanja i obrade trupova. Sastavljanjem smjese za piliće po posebnim recepturama koristeći biljna ili riblja ulja moguće je promijeniti sastav pilećeg mesa (Gajčević, 2011., Rahimi i sur., 2011.). Meso obogaćeno različitim nutracinima ima pozitivno djelovanje na ljudski organizam te se može smatrati funkcionalnom proizvodom. Prema istraživanjima čovjek je promijenio navike u prehrani, tako da je nekada povoljniji i vrlo uski omjer n-6 PUFA/n-3 PUFA zamijenio u posljednjih 150 godina s nepovoljnim širokim omjerom. U razvijenim zemljama dnevno se konzumira oko 2,92 mg  $\alpha$ -linolenske (ALA), 48 mg eikosapentaenske (EPA) i 72 mg dokhosaheksaenske (DHA) (Phinney i sur., 1990.), što se smatra nedostatnim.

### Polinezasićene masne kiseline (n-3 PUFA)

Znanost o prehrani razvijala se tijekom godina, a nove analitičke metode omogućile su otkriće različitih funkcionalnih sastojaka hrane koji imaju povoljan utjecaj na zdravlje i smanjenje rizika od bolesti. Takvi sastojci nazivaju se nutracinima i imaju važno biološko djelovanje u stanicama organizma (Adams, 2007.). Koncept funkcionalne hrane prvi put

spominje se u Japanu 80-tih godina. Razvijen je projekt FFSU (Foods for Specified Use) koji obuhvaća hranu za koju se očekuje da ima specifičan zdravstveni učinak, na temelju sadržaja važnih korisnih sastojaka (Ashwell, 2002.). Sastojci za koje konzumenti pokazuju interes su n-3 PUFA, Se, vitamin E, lutein, kao i karnozin. Pileće meso može se obogatiti s n-3 PUFA, ako se promijeni sadržaj FA u hrani (Gajčević, 2011.; Koneczka i sur., 2017.). Optimalni odnos n-6 PUFA: n-3 PUFA je 10:1 do 5:1. Prema navodima RDI (Recommending Daily Intake) dnevne potrebe za n-3 PUFA su 350-400 mg. Predominantni izvori omega-3 masnih kiselina su biljna i riblja ulja. Biljna ulja glavni su izvor ALA, a riblja ulja glavni su izvor EPA (C20:5n3) i DHA (C22:6 n-3) kiseline. Biljna ulja sadrže značajne količine polinezasićenih omega-6 masnih kiselina, a najznačajnija je linolna (C18:2n-6, LA) koja se nalazi u suncokretovom i sojinom ulju (Adams, 2007.). Metabolički procesi započinju preko arahidonske kiseline (C20:4n6, AA) i EPA u endoplazmatskom retikulumu, a odvijaju se pomoću enzima elongaze  $\Delta 6$  i desaturaze  $\Delta 5$ . Mehanizam konverzije u DHA nije do kraja poznat, a smatra se da proces pomaže enzim desaturaza  $\Delta 4$  (Benatti i sur., 2004.). Infante i Huszagh (1998.) navode da se DHA sintetizira u membranama mitohondrija, dok se EPA i AA sintetiziraju u endoplazmatskom retikulumu. Iz literature mogu se definirati dva razloga za povećanje koncentracije n-3 PUFA u mesu pilića. Prvi je što humani nutricionisti preporučuju smanjenje konzumiranja zasićenih masnih kiselina (SFA) radi utjecaja na razvoj kardiovaskularnih bolesti (Krauss i sur., 2000.). Drugi razlog je što se masti zamjenjuju uljima koja su polinezasićena (Crespo i Esteve-Garcia, 2002.). Poznato je da su riblje brašno i ulje bogati izvori esencijalnih n-3 PUFA masnih kiselina (EPA, DHA), ali je dokazano da ako se navedena krmiva dodaju u smjese za piliće u većem postotku, imaju negativan učinak na organoleptička svojstva mesa (Scaife i sur., 1994.). Iz tog razloga znanstvenici kao alternativu ribljem ulju, u smjesama za hranidbu pilića, koriste biljna ulja (sojino, repičino, suncokretovo, laneno), kao i njihovu kombinaciju (Salamatdoustnobar, 2007.; Kalakuntla i sur., 2017.). Osim ulja, u cilju promjene profila masnih kiselina, u smjese se može dodavati i ekstrudirano sjeme lana ili repice (Anjum i sur., 2013.). Istraživanja su pokazala da je prehrana ljudi u zapadnoeuropskim zemljama deficitarna s n-3 PUFA, a zbog značajnih količina n-6 PUFA u stočnim proizvodima omjer n-6 PUFA/n-3 PUFA je nepovoljan i kreće se od 15/1 do 16,7/1 (Simopoulos, 2002.). Naša hrana danas je bogatija s kalorijama u komparaciji s hranom koju je čovjek konzumirao u paleolitiku. Prehranu u industrijskom društvu karakterizira, osim suviška kalorija, i povećano konzumiranje zasićenih masnih kiselina, n-6 PUFA i trans masnih kiselina, a smanjeno konzumiranje n-3 PUFA, kao i voća, povrća te proteina, antioksidanata i kalcija.

### **Povećanje PUFA u mesu pilića**

U mastima pilećeg mesa, pri konvencionalnoj hranidbi pilića, u skupini zasićenih masnih kiselina dominiraju palmitinska i stearinska masna kiselina. Od nezasićenih kiselina najzastupljenije su oleinska i linolna, dok su ALA i AA zastupljene u malim količinama. EPA i DHA masne kiseline nalaze se samo u tragovima ili ih uopće nema. Da bi se osigurala ugradnja poželjnih masnih kiselina u mišićno tkivo peradi, potrebno je piliće hraniti obrocima koji su bogati s polinezasićenim masnim kiselinama. Biljna ulja, kao što su repičino i laneno, bogata su ALA, ali ne sadrže EPA i DHA. Uporabom ribljeg ulja u obrocima za perad, meso može poprimiti „riblji“ miris i okus koji je nepoželjan za konzumente (Scaife i sur., 1994.). Intenzivna su istraživanja o utjecaju različitih krmiva na sadržaj i profil masnih kiselina u mesu pilića kako bi se proizvelo meso s povećanim udjelima n-3 PUFA, a koje bi prema organoleptičkim svojstvima bilo prihvatljivo za potrošače. Zelenka i sur. (2008.) zaključili su da brojleri imaju limitirani kapacitet desaturacije i elongacije ALA u dugolančane masne kiseline.

Tablica 1. Uporaba ulja u smjesama za tovne piliće i utjecaj na obogaćivanje prsnog mesa s n-3 PUFA

Reference	Tretman	ALA	EPA	DHA
		% ukupnih masnih kiselina		
Kralik i sur. (2007.)	Suncokretovo ulje 2.5%+ riblje ulje 2.5%	3.16	0.79	5.62
	Sojino ulje 2.5% + riblje ulje 2.5%	2.37	0.93	6.44
	Repičino ulje 2.5% + riblje ulje 2.5%	2.36	1.32	8.95
	Laneno ulje 2.5% + riblje ulje 2.5%	6.25	1.18	5.66
Salamatdoustnobar (2007.)	Kontrola	0.72	0.75	0.87
	Repičino ulje 2%	0.37	1.18	2.03
	Repičino ulje 4%	0.61	0.62	0.75
	Laneno ulje 6%	7.09	0.77	0.90
Gajčević (2011.)	Laneno 6% + 0.3% Se	8.51	0.73	0.93
	Laneno ulje 6% + 0.5% Se	6.78	0.51	0.84
*Mandal i sur. (2014)	Rižino ulje S 1%+ F 2%	0,33	0,15	0,43
	Rižino ulje (S 0,7%+F 1,6%) + laneno ulje (S 0,3% + F 0,4%)	0,86	0,50	0,88
	Rižino ulje (S 0,3%+F 1,0%) + laneno ulje (S 0,7% + F 1,0%)	0,98	0,98	1,77
**Kalakuntla i sur. (2017.)	Suncokretovo ulje 2% + 3%	0,23	0,17	0,23
	Sojino ulje 2% + 3%	0,92	0,25	0,63
	Mustard oil 2% + 3%	3,23	0,63	1,47
	Laneno ulje 2%+3%	5,02	1,74	3,51
	Riblje ulje 2%+3%	4,60	2,72	5,76

\*U radu Mandal i sur. (2014.) rižino i laneno ulje korišteni su u starter (S) i finišer (F) smjesama u količinama kako je prikazano;

\*\*U radu Kalakuntla i sur. (2017.) korišteno je 2% ulja u starter smjesama i 3% ulja u finišer smjesama.

Učinkovitost obogaćivanja hrane s EPA i DHA uporabom 5% različitih biljnih ulja (suncokretovo, sojino, repičino i laneno) bila je najbolja kod skupine s lanenim uljem, gdje je u lipidima mišića postignuto 0,89% EPA i 1,85% DHA, što je za 7,41 puta odnosno 1,92 puta više u odnosu na kontrolu sa suncokretovim uljem (Galović i sur., 2009.). Rahimi i sur. (2011.) upotrijebili su u tovu brojlera laneno i repičino sjeme (7.5% i 15%), kao i njihovu kombinaciju (10% + 10%) te su ustanovili da se kombinacijom sjemena u mesu prsa povećava koncentracija n-3 PUFA u odnosu na kontrolnu skupinu (0,04 mg/g mesa na 0,25 mg/g mesa), a smanjuje se AA (0,08 mg/g na 0,03 mg/g) i omjer n-6/n-3 PUFA (s 47,78 na 8,14). Autori ističu da je najpovoljniji omjer n-6/n-3 masnih kiselina u mesu zabataka utvrđen kod skupine pilića koja je konzumirala hranu s dodatkom 15% lanenog sjemena ( $P < 0,05$ ). Također, u istoj skupini utvrđen je najveći sadržaj n-3 PUFA (1,15 mg/g), dok je najmanji sadržaj navedenih masnih kiselina utvrđen kod kontrolne skupine (0,26 mg/g). Kombinacijom lanenog i repičinog sjemena postignuto je najefikasnije obogaćivanje pilećeg mesa (prsa i zabataka) s n-3 PUFA, međutim u istoj skupini utvrđena je statistički značajno najveća koncentracija MDA  $\mu\text{g}/\text{kg}$  u mesa prsa i zabataka u odnosu na meso drugih skupina u istraživanju ( $P < 0,01$ ). Autori kao razlog statistički značajno veće oksidacije masti u mesu navedene skupine ističu slabu stabilnost n-3 PUFA. Osim ulja koja se koriste u sastavljanju smjesa za piliće, u cilju povećanja sadržaja n-3 PUFA, Yan i Kim (2013.) navode efikasnu uporabu mikroalgi u obogaćivanju peradarskih proizvoda (mesa i jaja) s DHA.

## Zaključak

U ovom radu ukratko su prikazani najvažniji aspekti korištenja biljnih i ribljih ulja u hranidbi tovnihi pilića, s osvrtom na metabolizam omega-3 masnih kiselina kod peradi. Prikazane su mogućnosti povećanja sadržaja omega-3 PUFA u pilećem mesu, s osvrtom na pozitivan utjecaj konzumiranja obogaćenog pilećeg mesa na ljudsko zdravlje.

## Napomena

Ovaj rad dio je istraživanja pod nazivom "Istraživanje, proizvodnja i medicinska ispitivanja funkcionalne hrane" u sklopu projekta "Znanstveni centar izvrsnosti za personaliziranu brigu o zdravlju", a financiran je od strane Ministarstva znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske.

## Literatura

- Adams CA. (2007). Nutricines: the function in functional foods Available from: [https://www.researchgate.net/publication/240511683\\_Nutricines\\_The\\_function\\_in\\_functional\\_foods](https://www.researchgate.net/publication/240511683_Nutricines_The_function_in_functional_foods) (Accessed: 2017-09-22)
- Anjum F.M., Haider M.F., Khan M.I., Sohaib M., Arshad M.S. (2013). Impact of extruded flaxseed meal supplemented diet on growth performance, oxidative stability and quality of broiler meat and meat products. *Lipids in Health and Disease*. 12:13.
- Ashwell M. (2002). Concepts of Functional Foods. ILSI-International Life Sciences Institute, Brussels (Internet.) Available from: [http://ilsi.eu/wp-content/uploads/sites/3/2016/06/C2002\\_Con\\_Food.pdf](http://ilsi.eu/wp-content/uploads/sites/3/2016/06/C2002_Con_Food.pdf) (Accessed: 2017-09-1)
- Benatti P., Peluso G., Nicolai R., Calvani M. (2004). Polyunsaturated fatty acids: biochemical, nutritional and epigenetic properties. *Journal of the American College of Nutrition*. 23(4):281-302.
- Bilgili S. F. (2002). Poultrymeat processing and marketing ± what does the future hold? *Poultry International*, Sep. 12-22.
- Crespo N., Esteve-Garcia E. (2002). Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles. *Poultry Science*. 81(10):1533-42.
- Gajčević Z. (2011): Effect of selenium and linseed oil as dietary supplements on broiler performance and fatty acid profile in muscle tissue. Doctoral dissertation, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agriculture in Osijek, pp. 1-124.
- Galović D., Kralik G., Škrčić Z., Bogut I. (2009). Fattening traits and chicken meat quality regarding the dietary oil sources. *Krmiva* 51(6): 327-333.
- Infante J.P., Huszagh V.A. (1998). Analysis of the putative role of 24-carbon polyunsaturated fatty acids in the biosynthesis of docosapentaenoic (22:5n6) and docosahexaenoic (22:6n-3) acids. *FEBS Letters*. 431:1-6.
- Kalakuntla S., Nagireddy N.K., Panda A.K., Jatoth N., Thirunahari R., Vangoor R.R. (2017). Effect of dietary incorporation of n-3 polyunsaturated fatty acids rich oil sources on fatty acid profile, keeping quality and sensory attributes of broiler chicken meat. *Animal Nutrition*. In Press, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.08.001>
- Konieczka P., Czaunderma M., Smulikowska S. (2017). The enrichment of chicken meat with omega-3 fatty acids by dietary fish oil or its mixture with rapeseed or flaxseed – effect of feeding duration. *Animal Science and Technology*. 223:42-52.
- Kralik G., Petrak T., Gajčević Z., Hanžek D. (2007). Influence of vegetable oil on fatty acid profile of chicken meat. *Proceeding of 53rd International Congress of Meat Science and Technology*, Beijing, China, 5-10 Aug. 2007, p. 357-358.
- Krauss R.M., Eckel R.H., Howard B., Appel L.J., Daniels S.D., Deckelbaum R.J., Erdman, J.W., Kris-Etherton P., Goldberg I.J., Kotchen T.A., Lichtenstein A.H., Mitch W.E., Mullis R., Robinson K., Wylie-Rosett J., St. Jeor S., Suttie J., Tribble D.L., Bazzarre T.L (2000). AHA Dietary Guidelines Revision 2000: A Statement for Healthcare Professionals From the Nutrition Committee of the American Heart Association. *Stroke*. 31:2751–2766.

- Mandal G.P., Ghosh T.K., Patra A.K. (2014). Effects of different Dietary n-6 to n-3 fatty acid ratios on the performance and fatty acid composition in muscles of broiler chickens. *Asian Austral. J. Anim. Sci.* 27(11): 1608-1614.
- Phinney S.D., Odin R.S., Johnson S.B. (1990). Reduced arachidonate in serum phospholipids and cholesterol esters associated with vegetarian diet in humans. *American Journal of Clinical Nutrition.* 51(3):385-92.
- Rahimi, S, Kamran Azad S, Karimi Torshizi, M.A. (2011). Omega-3 Enrichment of Broiler Meat by Using Two Oil Seeds. *J. Agr. Sci. Tech.* 13: 353-365.
- Salamatdoustnobar R., Nazeradl K., Gorbani A., Shahriar A., Fouladi P. (2007). Effect of canola oil on saturated fatty acids content in broiler meat. *Journal of Animal and Veterinary Advances,* 6(10): 1204-1208.
- Scaife J.R., Moyo J., Galbraith H., Michie W., Campbell V. (1994). Effect of different supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. *British Poultry Science.* 35(1):107-118.
- Simopoulos A.P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy.* 56(8):365-79.
- Yan L., Kim I.H. (2013). Effects of dietary  $\nu$ -3 fatty acid-enriched microalgae supplementation on growth performance, blood profiles, meat quality, and fatty acid composition of meat in broilers. *Journal of Applied Animal Research,* 41(4):, 392-397.
- Zelenka J., Schneiderova D., Mrkvicova E., Dolezal P. (2008). The effect of dietary linseed oils with different fatty acid pattern on the content of fatty acids in chicken meat. *Veterinari Medicina.* 53(2):77-85.

## **Increase of the omega-3 fatty acid content in broiler meat**

### **Abstract**

Fresh broiler meat and its products are universally popular. This popularity can be explained by the fact that this meat is not a subject of cultural or religious limitations. It is also perceived as nutritionally valuable food with low content of fat, in which profile there are more desirable unsaturated fatty acids than in other types of meat. Most importantly, quality poultry products are available at affordable prices, although their production costs may vary. The poultry meat quality is influenced by many factors, one of which is broiler nutrition. Many researchers have proved that the change in fatty acid profile in broiler meat can be influenced by altering the broiler feed composition. It is important to enrich the meat with omega-3 PUFA, as consumption of such enriched meat can have a preventive effect on human health. This paper elaborates the most important essential fatty acids and their metabolism, since they are important for normal body function. Furthermore, this paper presents possibilities of enriching broiler meat with omega-3 fatty acids.

**Key words:** broilers, meat enriching, omega-3 PUFA

## Fenotipske odlike krčke ovce

Andrea Natali Rončević<sup>1</sup>, Zvonko Antunović<sup>1</sup>, Dejan Kožarić<sup>2</sup>, Željka Klir<sup>1</sup>, Mario Ronta<sup>1</sup>, Josip Novoselec<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska (jnovoselec@pfos.hr)

<sup>2</sup> Hrvatska poljoprivredna agencije, područni ured Delnice, Školska 25, 51300 Delnice, Hrvatska

### Sažetak

Cilj ovoga istraživanja je utvrditi fenotipske odlike krčke ovce, te ih usporediti s rezultatima ranijih istraživanja na ovoj pasmini. Krčke ovce najprije postižu konačne mjere opsega i dužine ekstremiteta, a potom visine grebena te opsega, dubine i širine trupa. Tjelesni rast krčkih ovaca završava oko treće godine života, a u ovaca starijih od 7 godina utvrđen je blagi pad pojedinih tjelesnih mjera. Krčke ovce u predmetnom istraživanju većeg su tjelesnog okvira i tjelesne mase u odnosu na ranija mjerenja provedena na ovoj pasmini. Bolji hranidbeni uvjeti i genetski utjecaj krupnijih pasmina najvjerojatniji su razlog povećanja tjelesnog okvira.

**Ključne riječi:** krčka ovca, tjelesne mjere, indeksi tjelesne razvijenosti

### Uvod

U Hrvatskoj postoji vrlo duga tradicija stočarske proizvodnje. U njenim priobalnim područjima te otocima, osobito je razvijena ovčarska proizvodnja. Uzgoj ovaca vezan je uz tradiciju, navike i običaje lokalnog stanovništva. Ovčarska proizvodnja usmjerena je na proizvodnju mesa, mlijeka, sira i vune, a njen značaj mijenjao se kroz povijest ovisno o industrijalizaciji, migraciji stanovništva, ratovima te razvoju turizma. Zbog nepristupačnih, kamenitih i krševitih terena, vrlo oskudne vegetacije, ovce uz koze zbog otpornosti, prilagodljivosti i skromnih uvjeta držanja su najbrojnije domaće životinje koje se tu uzgajaju. U tim škrtim uvjetima uglavnom se uzgajaju autohtone pasmine kombiniranih proizvodnih osobina (meso, mlijeko, vuna) među koje spada i krčka ovca. Krčka ovca je autohtona, tipična sredozemna pasmina nastala na otoku Krku zbog povećane potražnje za vunom visoke kvalitete (Mioč i sur., 2011.). Naime, tijekom 18. i 19. stoljeća, za vrijeme razvoja tekstilne industrije došlo je do povećanja potražnje za vunom uslijed čega su se lokalne gruborune pasmine oplemenjivane uvoznim pasminama vunskog tipa od kojih je najistaknutija bila merino ovca (Mioč i sur., 2011.). Međutim, ti zahvati nisu ostavili dubok trag s obzirom na to da krčke ovce u odnosu na ostale autohtone pasmine, imaju grublju vunu i otvorenije runo (Barać i sur., 2006.). Krčka ovca je vrlo skromnih zahtjeva za držanje i hranidbu (Mitić, 1984.). Način držanja je ekstenzivan te se hranidba ovaca tijekom cijele godine temelji na paši. Ovce se sijenom hrane u zimskim mjesecima dok se dodatna, koncentrirana krmiva rijetko koriste u prihranjivanju. Na otoku Krku održavaju se razne manifestacije kao što su „Razgon“, „Dan mlade krčke janjetine“ te „Crna ovca“ koje su proizvodno-poticajnog značaja, odnosno popularizacijsko-promocijske prirode. Danas se krčka ovca najviše uzgaja zbog proizvodnje mesa (bašćanska janjetina), a u posljednje vrijeme sve je veća proizvodnja ovčjeg mlijeka te prerada u krčki sir. Tradicionalni krčki ovčji sir obogaćen je aromom kadulje i smilja, a Zeleni bodul, polutvrđi i punomasni ovčji sir obogaćen je aromom ružmarina. Ukupna veličina populacije (HPA, 2017.) procjenjuje se na 18000 grla, odnosno 531 uzgojno valjano grlo. Krčka janjetina, mlijeko i sir imaju svoje tržište zahvaljujući razvoju ruralnog turizma te uz državne novčane poticaje mogu biti značajan izvor prihoda uzgajivačima. Cilj ovog

istraživanja je utvrditi fenotipske odlike krčke ovce različitih dobnih kategorija uzimanjem tjelesnih mjera i izračunom indeksa razvijenosti te ih usporediti s rezultatima dosadašnjih istraživanja provedenih na ovoj pasmini.

## Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na obiteljskom gospodarstvu u naselju Draga Bašćanska na otoku Krku. Gospodarstvo se bavi ekstenzivnim uzgojem krčke pasmine ovaca, isključivo za proizvodnju janječeg mesa, ali povremeno i proizvodnju sira. Ovce su smještene na pašnjacima koji su od obiteljske kuće udaljeni oko dva kilometra. Tijekom cijele godine ovce borave na pašnjacima koji su odijeljeni suhozidima. Hranidba i proizvodnja ovaca ovisi o vremenskim uvjetima na otoku odnosno na pojedinom pašnjaku. Prihranjivanje ovaca vlasnik obavlja sa sijenom i šrotom. Vlasnik sijeno kupuje u Istri ili drugim područjima Republike Hrvatske što poskupljuje cjelokupnu proizvodnju. Uzimanje tjelesnih mjera provedeno je na stadu ovaca (38) na pašnjaku u kasnu jesen. Nakon utvrđivanja dobi i spola grla su podijeljena u tri skupine: 1) 15 ovaca do 2 godine; 2) 11 ovaca u dobi od 3 do 7 godina; 3) 12 ovaca starijih od 7 godina. Tjelesne mjere: visina grebena, dužina trupa, širina prsa, dubina prsa, uzete su uz pomoć Lydtinovog štapa, a opseg trupa, buta i cjevanice te dužine buta pomoću stočne vrpce. Tjelesna masa ovaca utvrđena je stočnom vagom. Indeks tjelesne kondicije određen je prema Russelu (1999.), a indeksi anamorfoznosti i tjelesnih proporcija prema Chiofalo i sur. (2004.). Dobiveni rezultati statistički su obrađeni primjenom paketa SAS 9.3 primjenom MEANS procedure i prikazani kao srednja vrijednost, standardna devijacija, srednja standardna pogreška i koeficijent varijacije.

## Rezultati i rasprava

U tablici 1. prikazane su eksterijerne odlike ovaca u dobi do dvije godine.

Tablica 1. Eksterijerne odlike mladih ovaca u dobi do dvije godine (n=15)

Pokazatelj, cm	$\bar{x}$	SD	SEM	CV, %	I.
T.M.	37,15	6,34	1,63	17,07	0,63
V.G.	59,27	7,74	0,45	2,94	1
D.T.	64,30	6,67	1,72	10,37	1,08
O.T.P	82,10	6,50	1,68	7,92	1,39
O.T.B.	87,90	10,67	2,76	12,14	1,48
Š.P.	17,52	1,40	0,36	8,04	0,29
D.P.	28,23	1,79	0,46	6,35	0,48
O.C.	7,56	0,29	0,07	3,93	1,13
O.B.	37,34	3,16	0,82	8,47	0,63
D.B.	30,30	1,30	0,34	4,31	0,51

$\bar{x}$  = srednja vrijednost; SD = standardna devijacija; SEM = srednja standardna pogreška; CV = koeficijent varijacije; T.M. = tjelesna masa; V.G. = visina grebena; D.T. = dužina trupa; O.T.P. = opseg trupa kod prsa; O.T.B. = opseg trupa kod buta; Š.P. = širina prsa; D.P. = dubina prsa; O.C. = opseg cjevanice; O.B. = opseg buta; D.B. = dužina buta; I. = indeks prema visini grebena

Ovce u dobi do dvije godine ostvarile su 96,31% visine grebena, 88,64% dužine trupa, 90,17% opsega trupa kod prsa, 90,67% opsega trupa kod buta, 89,34% širine prsa, 90,71% dubine prsa, 98,44% opsega buta, 98,63% dužine buta ovaca u dobi od 3-7 godina. Tjelesna masa starije kategorije ovaca odnosno u dobi od 3-7 godina bila je veća za 20,86% u odnosu na one u dobi do dvije godine. Krčke ovce najprije postižu konačne mjere opsega i dužine ekstremiteta zatim visine grebena te tada opsega dubine i širine trupa što je i razumljivo s obzirom na brdoviti teren na kojem se obično kreću.

Tablica 2. Eksterijerne odlike ovaca u dobi od tri do sedam godina (n=11)

Pokazatelj, cm	$\bar{x}$	SD	SEM	CV, %	I.
T.M.	46,94	5,28	1,59	11,24	0,76
V.G.	61,54	3,57	1,07	5,79	1
D.T.	72,54	3,42	1,03	4,71	1,18
O.T.P	91,05	4,30	1,29	4,72	1,48
O.T.B.	96,95	4,29	1,29	4,43	1,58
Š.P.	19,61	1,61	0,48	8,19	0,32
D.P.	31,12	1,47	0,44	4,72	0,51
O.C.	7,93	0,42	0,13	5,32	0,13
O.B.	37,93	3,47	1,04	9,16	0,62
D.B.	30,72	2,41	0,72	7,85	0,49

$\bar{x}$  = srednja vrijednost; SD = standardna devijacija; SEM = srednja standardna pogreška; CV = koeficijent varijacije; T.M. = tjelesna masa; V.G. = visina grebena; D.T. = dužina trupa; O.T.P. = opseg trupa kod prsa; O.T.B. = opseg trupa kod buta; Š.P. = širina prsa; D.P. = dubina prsa; O.C. = opseg cjevanice; O.B. = opseg buta; D.B. = dužina buta; I. = indeks prema visini grebena

Tjelesne mjere ovaca u dobi od 3 do 7 godina su se u više od 98% bile slične s tjelesnim mjerama ovaca starijih od 7 godina, odnosno ovce su u potpunosti razvijene. Možemo zaključiti da krčke ovce završavaju svoj tjelesni rast oko treće godine života. Zdanovski (1937.) navodi da krčka ovca potpunu tjelesnu razvijenost postiže tek u šestoj godini, dok u istraživanju Mioč i sur. (2004.) nije utvrđena tako kasna zrelost što je u skladu s predmetnim istraživanjem. Odrasle krčke ovce imaju veću dužinu trupa u odnosu na visinu grebena što je u skladu s ranijim istraživanjima na ovoj pasmini (Zdanovski, 1937.; Mioč i sur., 2004.). Utvrđene tjelesne mjere krčkih ovaca u dobi 3-7 godina (Tablica 2.) su veće u odnosu tjelesne mjere odraslih (2-10 godina) krčkih ovaca ( T.M. = 35,59 kg; V.G. = 54,96 cm; D.T. = 61,78 cm; Š.P. = 16,26 cm; D.P. = 28,29 cm; O.P. = 77,18 cm; O.C. = 6,99 cm) koje su ranije utvrdili Mioč i sur. (2004.). Veće tjelesne mjere utvrđene u predmetnom istraživanju u odnosu na ranija istraživanja možemo povezati sa povoljnim vremenskim prilikama odnosno dovoljno kiše koja je rezultirala bujnom vegetacijom i obiljem paše za ovce. Također, vlasnik prihranjuje ovce sa sijenom i šrotom kukuruza. Prema istraživanju Mioča i sur. (2004.) dubina prsa je 52%, širina prsa 29%, opseg prsa 140%, visine grebena odraslih ovaca, dok su u ovom istraživanju ti odnosi neznatno drukčiji (Tablica 2.).

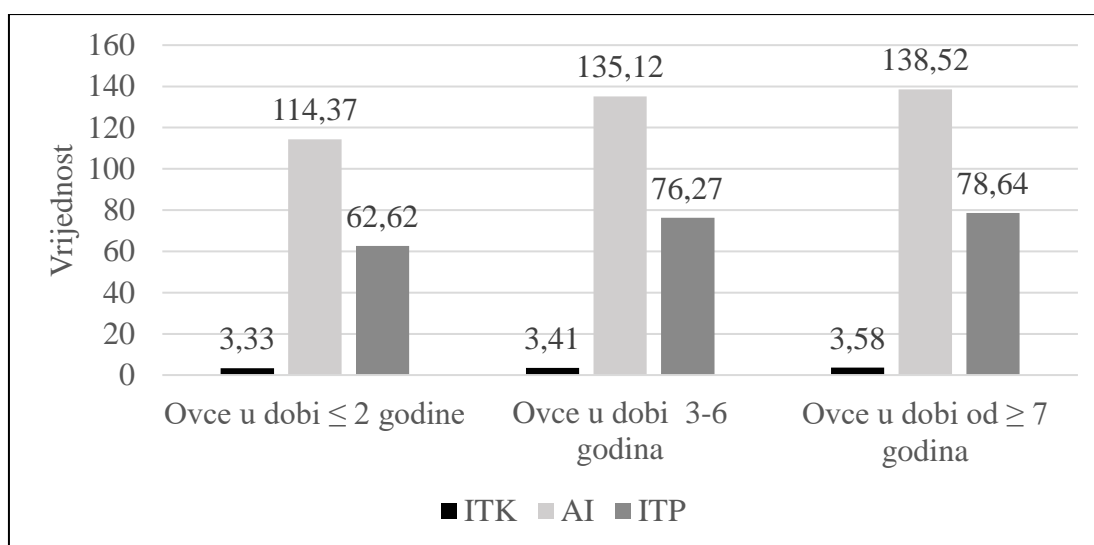
Tablica 3. Eksterijerne odlike ovaca u dobi sedam i više godina (n=12)

Pokazatelj, cm	$\bar{x}$	SD	SEM	CV, %	I.
T.M.	47,85	4,92	1,42	10,28	0,79
V.G.	60,79	2,39	0,68	3,93	1
D.T.	69,83	3,84	1,11	5,52	1,15
O.T.P	91,66	4,54	1,31	4,96	1,51
O.T.B.	98,66	6,39	1,84	6,47	1,63
Š.P.	20,10	1,41	0,41	7,02	0,33
D.P.	30,88	1,41	0,41	4,59	0,51
O.C.	7,60	0,36	0,10	4,77	0,13
O.B.	38,25	3,89	1,12	10,16	0,63
D.B.	30,13	2,61	0,75	8,67	0,49

$\bar{x}$  = srednja vrijednost; SD = standardna devijacija; SEM = srednja standardna pogreška; CV = koeficijent varijacije; T.M. = tjelesna masa; V.G. = visina grebena; D.T. = dužina trupa; O.T.P. = opseg trupa kod prsa; O.T.B. = opseg trupa kod buta; Š.P. = širina prsa; D.P. = dubina prsa; O.C. = opseg cjevanice; O.B. = opseg buta; D.B. = dužina buta; I. = indeks prema visini grebena



Tjelesna masa ovaca starijih od 7 godina bila je veća za 22% u odnosu na ovce do dobi od dvije godine. Ostale tjelesne mjere bile su u prosjeku veće za 6,1%. Također, utvrđeno je da u ovaca starijih od 7 godina (8-10 godina) došlo do neznatnog pada u tjelesnim mjerama (V.G.; D.T.; D.P; O.C.; D.B.). Tjelesne mjere odraslih krčkih ovaca (3-7 godina) utvrđene u ovom istraživanju usporedive su s tjelesnim mjerama creskih ovaca (Novoselec i sur., 2017.) i dubrovačke rude (Antunović i sur., 2011.). Zbog potpunijeg i točnijeg uvida u razvoj krčkih ovaca istraživanje bi trebalo proširiti i provesti na većem broju životinja. Mioč i sur. (2004.) veću razvijenost krčkih ovaca pripisuju genetskom utjecaju krupnijih pasmina (merino, istarska) te poboljšanoj hranidbi, a slično i mi možemo zaključiti.



Grafikon 1. Indeksi tjelesne razvijenosti krčke ovce (ITK- indeks tjelesne kondicije; AI- indeks anamorfoznosti; ITP- indeks tjelesnih proporcija)

Utvrđivanjem indeksa, osobito indeksa tjelesne kondicije vrlo je praktična metoda praćenja hranidbenog statusa životinja (Whitney i sur., 2009.). Prema INRA (1988.) indeks tjelesne kondicije ovaca kod janjenja treba biti između 3,25 i 3,5, a može pasti na minimum od 2 do 2,5 u šestom i sedmom tjednu laktacije. U predmetnom istraživanju krčke ovce različite dobi bile su u dobroj tjelesnoj kondiciji. Indeksi tjelesne razvijenosti su usporedivi s onima utvrđenim u creske ovce (Novoselec i sur., 2017.) i dubrovačke rude (Antunović i sur., 2011.).

## Zaključak

Na osnovu dobivenih rezultata može se zaključiti kako krčke ovce najprije postižu konačne mjere opsega i dužine ekstremiteta, a potom visine grebena te opsega dubine i širine trupa. Tjelesni rast krčkih ovaca završava oko treće godine života dok se u ovaca starijih od 7 godina bilježi i smanjenje vrijednosti pojedinih tjelesnih mjera. Ovce u predmetnom istraživanju imaju bolje fenotipske odlike, odnosno tjelesno su razvijenije, većeg tjelesnog okvira i mase u odnosu na ranija istraživanja na ovoj pasmini. Bolji hranidbeni uvjeti i genetski utjecaj krupnijih pasmina najvjerojatniji su razlog povećanja tjelesnog okvira, međutim da bi imali potpuniji i točniji uvid u razvoj krčkih ovaca istraživanje bi trebalo proširiti i provesti na većem broju životinja. Indeksi tjelesne razvijenosti pratili su tjelesne mjere ovaca i ukazali na dobru tjelesnu kondiciju.

## Literatura

- Antunović, Z., Marić, I., Senčić, Đ., Novoselec, J. (2011). Exterior Characteristics of Dubrovnik Sheep - Croatian Endangered Breed. Research People and Actual tasks on Multidisciplinary Sciences 8 – 10 June 2011, Lozenec, Bulgaria. 1-4.
- Barać, Z., Mioč, B., Čokljat, Z. (2006). Ovčarstvo u Primorsko-goranskoj županiji. Izd. Zadružni savez Hrvatske. Zagreb.
- Chiofalo, V., Liotta, L., Chiofalo, B. (2004). Effect of the administration of Lactobacilli on body growth and on the metabolic profile in growing Maltese goats kids. *Reproduction of Nutrition Development* 44: 449-457.
- INRA, (1988). Alimentation, des bovinos, ovni set capris. Institut national de la recherche agronomique (INRA), Paris. 312.
- Mioč, B., Prpić, Z., Barać Z. (2011). Krčka ovca u Barać, Z., Bedrica, Lj., Čačić, M., Dražić, M., Dadić, M., Ernoić, M., Fury, M., Horvath, Š., Ivanković, A., Janječić, Z., Jeremić, j., Kezić, N, Marković, D., Mioč, B., Ozimec, R., Petanjek, D., Poljak, F., Prpić, Z., Sindičić, M. Zelena knjiga izvornih pasmina Hrvatske. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode; Hrvatska poljoprivredna agencija; Nacionalni park Krka; COAST; Republika Hrvatska 198-201.
- Mioč, B.; Pavić, V.; Ivanković, A.; Barać, Z.; Vnučec, I., Čokljat, Z. (2004). Odlike eksterijera i polimorfizmi proteina krvi krčke ovce. *Stočarstvo*. 58, (5) 331-341.
- Mitić, N. (1984): Ovčarstvo. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva. 3-48.
- Novoselec, J., Oršolić, D., Kožarić, D., Klir, Ž., Ronta, M., Antunović, Z. (2017). Fenotipske odlike creske ovce. *Zbornik radova 52. hrvatskog i 12. međunarodnog simpozija agronoma. 12.-17. veljače 2017.*, Dubrovnik, Hrvatska. 561-565.
- HPA (2017). Godišnje izvješće. Ovčarstvo, kozarstvo i male životinje. Križevci
- Zdanovski, N. (1937). Ovca i ovčarstvo na otoku. *Veterinarski arhiv*. 7. 8: 349-370.
- Russel, A. (1991). Body condition scoring of sheep. In: *Sheep and goat practice*. Boden E. (ed.): p.3. bailliere Tindall, Philadelphia.
- SAS 9.3®, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Whitney, T.R., Waldron, D.F., Willingham, T.D. (2009). Evaluating Nutritional Status of doper and Ramboiullet ewes in range sheep production. *Sheep and Goat research Journal*. 24: 10-16.

## Phenotypic characteristic of Krk sheep

### Abstract

The aim of this paper was to determine phenotypic characteristic of Krk sheep, to analyse the obtain data and to compare them with the results of earlier researches on this breed. Krk sheep first achieve the final body measures circumference and length of the extremity, and then the withers height and the circumference, depth and width of the trunk. The body growth of Krk sheep ends about three years of age, while in sheep older than 7 years there is a slight decline in individual body measures. Krk sheep in the current research have larger body frame and weight compared to previous measurements on this breed of sheep. Feeding and genetic impact of larger breed's most likely reason is an increase in body frame.

**Key words:** Krk sheep, body measurement, body development indices

## Selection of *Enterococcus* and *Lactobacillus* strains from dry sausages for their potential use as probiotics

Ana Zgomba Maksimovic<sup>1</sup>, Ana Posta<sup>1</sup>, Mirna Mrkonjic Fuka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Svetošimunska 25, Zagreb, Croatia e-mail: mfuka@agr.hr

### Abstract

This study aimed to carry out a safety assessment, as well as the ability of lactobacilli and enterococci (n=14) isolated from dry fermented sausages to autoaggregate and survive in simulated gastrointestinal (GI) conditions, in order to evaluate their potential use as probiotics. All genotypes were designated as safe in term of antibiotic susceptibility, the absence of genes encoding for virulence traits and biogenic amines. Notable differences were observed among the genotypes belonging to the same species, regarding their survival rates in simulated GI conditions, as well as their poor adhesiveness capacity, which ranged from 9.14 % to 31.15 %.

**Key words:** probiotics, dry fermented sausages, enterococci, lactobacilli, safety aspects

### Introduction

Spontaneously fermented dry sausages are a valuable microbial pool that could serve as a source of technologically important genotypes (strains). Lactobacilli and enterococci are often the predominant genera of lactic acid bacteria (LAB) in artisanal sausages (Lund et al., 2000). They have important roles during fermentation, such as acidifying meat batter, control the proliferation of pathogens and aroma development. Certain genotypes of both *Lactobacillus* spp. and *Enterococcus* spp. are used as probiotics (Ebner et al., 2014; Folquié Moreno et al., 2006). Their ability to survive in the environment of gastrointestinal (GI) tract is a basic prerequisite for the selection of genotypes with potential beneficial effects on the host gut microbiota. Contrary to their beneficial effects, some genotypes can have a negative impact on human health. For instance, some genotypes are known to carry genes encoding for resistance to clinically important antibiotics. Often, those genes are placed on the mobile genetic elements and can be transferred to pathogenic species, especially in the environments thriving with bacteria such as the intestines. Some genotypes can contribute to the accumulation of biogenic amines in sausages. Additionally, some enterococcal genotypes are known to cause nosocomial infections. Therefore, only limited number of genotypes is suitable to be used as probiotic cultures, and their appropriate selection is of crucial importance.

### Material and methods

#### Molecular identification and fingerprinting of collected isolates

Total of 50 isolates were obtained from the collection of microorganisms deposited at the Department of Microbiology on the University of Zagreb, Faculty of Agriculture. The isolates were collected on KAA (enterococci) and MRS media (lactobacilli) from artisanal, spontaneously fermented sausages and were characterized as gram-positive, catalase and coagulase negative bacteria. PCR tools were used for the identification of isolates at a species level. KAA isolates were screened to determine their affiliation to *Enterococcus durans*,

following the protocol of Jackson et al. (2004). Two additional PCR reactions were performed to screen for *Lactobacillus sakei* and *Lactobacillus curvatus*, as described by Berthier & Ehrlich (1999). Isolates confirmed as noted species were further genotyped by the repetitive (rep)-PCR with the (GTG)<sub>5</sub> primer (Versalovic et al., 1994), as described by Domig et al. (2014). The obtained rep-PCR patterns were analyzed using BioNumerics 7.6.1. software (Applied Maths, Belgium). Discrimination was only considered when genotypes were less than 90 % similar. All PCR reactions were carried out in a ProFlex PCR system (Applied Biosystems).

### **Susceptibility to antibiotics**

Susceptibility to clinically important antibiotics was determined by standardized agar disc diffusion test using BBL™ Sensi-Disc™ antimicrobial susceptibility test discs (Becton, Dickinson and Company, Le Pont de Claix, France). *E. durans* was inoculated on Mueller-Hinton (MH, Merck) agar plates, while *Lb. sakei* and *Lb. curvatus* were inoculated on LAB susceptibility test agar (LSM, Klare et al., 2005). All genotypes were inoculated on plates at a concentration equal to 1 McFarland standard, and the discs impregnated with specific concentrations of antibiotics were added. Enterococci were screened for their susceptibility to ampicillin (2 and 10 µg), penicilin (10 µg), tetracycline (15 µg), erythromycine (15 µg), vancomycine (5 µg), and chloramphenicol (30 µg). Lactobacilli were screened against ampicillin (2 µg), gentamicin (10 µg), erythromycine (2 µg), tetracycline (5 µg), kanamicine (30 µg), klindamicine (2 µg) and chloramphenicol (30 µg). The plates were incubated for 24 h at 37 °C under aerobic conditions (enterococci) or for 72 h at 30 °C under anaerobic conditions (lactobacilli).

### **PCR detection of genes encoding for the production of biogenic amines and virulence factors**

A PCR assay was carried out to detect the genes encoding for the production of histamine (*hdc*), putrescine (*odc*) and tyramine (*tdc*) as described by De Las Rivas et al. (2005), while detection of cadaverine (*ldc*) was performed in a separate PCR reaction following the protocol of De las Rivas et al. (2006). *E. durans* were additionally screened for the presence of following virulence factors: aggregation substance (*agg*), gelatinase (*gelE*), cytolysin (*cylM*, *cylB*), cytolysin activator (*cylA*), enterococcal surface protein (*esp*) and sex pheromones (*cpd* and *cob*). PCR amplification was performed as previously described by Eaton and Gasson (2001), except for *cob* and *agg* genes, whose elongation cycles were prolonged to 45 s as described by Čanžek Majhenić et al. (2005).

### **Autoaggregation assay and survival in simulated GI tract conditions**

Autoaggregation assay and the ability to survive in simulated conditions of *in vitro* digestion were tested following the protocols of Del Re et al. (2000) and Doleyres et al. (2004), with slight modifications as described by Mrkonjic Fuka et al. (2017). Autoaggregation was evaluated using 4 mL of cell suspension corresponding to viable counts of approx. 10<sup>8</sup> CFU/mL, and the absorbance was measured after 3 and 5 h of incubation at room temperature. To simulate the conditions of the oral cavity, genotypes were subjected to lysozyme (Sigma-Aldrich) activity at a concentration of 100 mg/L. To simulate gastric digestion, 0.5 % NaCl and 0.3 % pepsin solution (Sigma-Aldrich) were used and pH was adjusted to 2.5. Intestinal conditions were simulated by using bile salts (0.4 %) and pancreatin solution (0.2 %).

## Results and discussion

### Safety issues

Total of 4 *E. durans*, 9 *Lb. sakei* and 1 *Lb. curvatus* representative genotypes were selected and further analyzed based on their rep-PCR patterns. Previous studies had shown that food-associated genotypes can harbour different virulence factors and resistance traits to antibiotics, suggesting that food could act as an important environmental reservoir for human infections (Mrkonjić Fuka et al., 2017). Nosocomial infections caused by *Enterococcus* species, including *E. durans*, often occur and warrant attention (Hayes et al., 2003). In particular, serious challenges in clinical medicine represent the genotypes resistant to one or several antibiotics. In this study, none of the representative *E. durans* genotypes were resistant to the tested antibiotics and the presence of the 8 virulence determinants was not confirmed. Contrary to enterococci, lactobacilli are generally recognized as safe (GRAS status) and have a long history of safe use in fermented food, but particular species or genotype need to be carefully investigated before application as bioprotective or probiotic cultures. In the current study, none of the selected *Lactobacillus* genotypes were resistant to the tested antibiotics. In accordance with our results, Devirgiliis et al. (2013) reviewed antibiotic resistance in foodborne *Lactobacillus* species and reported that antibiotic resistance in lactobacilli is quite low in the majority of foods. Among other microorganisms present in sausages, some LAB genotypes are also able to produce a considerable amount of bioactive compounds related to acute adverse health effects, such as biogenic amines (EFSA Panel on Biological Hazards, 2011). Among selected genotypes, genes encoding for the production of histamine, tyramine, putrescine nor cadaverine were detected.

### Autoaggregation ability and survival in simulated GI tract conditions

Colonization potential and passage through the GI tract was evaluated for the selected representative genotypes, as a prerequisite for the estimation of their possible influence on human health and their use as probiotics. Lactobacilli exhibited significantly higher autoaggregation rates after 3 ( $p < 0.001$ ) and 5 ( $p < 0.001$ ) hours of incubation, compared to enterococci. However, both enterococci and lactobacilli exhibited poor capacity to autoaggregate, with average values of 12.02 and 22.39, after 5 h of incubation, respectively (Table 1). Only genotypes with autoaggregation capacity exceeding 80 % are considered as strongly autoaggregating (Del Re et al, 2000). Regarding survival rates in simulated GI tract conditions, all genotypes were best able to tolerate the conditions of oral cavity with average survival rates of 74.71 % and 92.38 % for enterococci and lactobacilli, respectively. In the simulated environment of the stomach, where pH=2 and pepsin was present, the viability of bacteria significantly ( $p < 0.001$ ) decreased. In the third barrier (simulated conditions of small intestine) pH is more favourable for bacterial survival, but it seems that the presence of bile salts and pancreatin had a detrimental effect. Although in such conditions enterococci exhibited significantly higher ( $p < 0.05$ ) survival rates than lactobacilli; only one enterococcal strain (Ed3) differentiated with the survival rate of 30.86 %. The survival rate of lactobacilli did not surpass 2.07 % (Table 1.). It is important to point out the notable differences observed among the genotypes belonging to the same species, regarding their ability to survive in GI tract. Such results highlight the necessity of detailed characterization and selection of appropriate genotypes.

Table 1. Autoaggregation ability and the survival rates in simulated conditions of gastrointestinal (GI) tract for selected genotypes.

Species	Genotype	Autoaggregation ability (%)		Survival in simulated GI tract conditions			
		t=3h	t=5h	Oral cavity (%)	Gastric (%)	Intestinal (%)	
<i>E. durans</i>	Ed1	5.98	9.14	37.78	23.55	7.27	
	Ed2	13.03	18.35	67.94	30.52	1.63	
	Ed3	4.15	10.29	99.92	51.23	30.86	
	Ed4	8.52	10.30	93.22	36.58	0.00	
Average (all enterococci)		7.92	12.02	74.71	35.47	9.94	
<i>Lb. curvatus</i>	Lb1	9.74	14.29	97.80	22.31	1.02	
	Lb2	15.41	25.68	94.12	0.00	0.00	
	Lb3	13.18	14.97	98.87	0.12	2.07	
	Lb4	14.48	17.24	98.64	1.56	0.00	
	Lb5	20.49	27.05	99.68	0.67	0.00	
	<i>Lb. sakei</i>	Lb6	16.83	25.02	98.33	14.78	0.00
		Lb7	25.36	27.79	87.92	0.00	0.00
		Lb8	14.21	22.98	55.37	0.13	0.10
		Lb9	12.15	17.78	94.03	85.58	0.59
		Lb10	21.40	31.15	99.04	78.82	0.23
Average (all lactobacilli)		16.33	22.39	92.38	20.40	0.40	

## Conclusions

All investigated genotypes ( $n=14$ ) were designated as safe for their potential application in food. However, a single *E. durans* genotype (Ed3) stands out with somewhat higher survival rates and can be considered for further analysis as a potential probiotic culture.

## Acknowledgement

This work was supported by the Croatian Science Foundation, as part of the project "Conservation of microbial diversity associated with the production of Croatian traditional game meat sausages: biotechnological and safety characterization" (miCROgame UIP-11-2013-6640). This work is a part of the master thesis of Ana Pošta.

## References

- Berthier F. and Ehrlich S. D. (1999). Genetic diversity within *Lactobacillus sakei* and *Lactobacillus curvatus* and design of PCR primers for its detection using randomly amplified polymorphic DNA. *International Journal of Systematic Bacteriology*. Vol (49): 997-1007.
- Čanžek Majhenič A., Rogelj I., Perko B. (2005). Enterococci from Tolminc cheese: population structure, antibiotic susceptibility and incidence of virulence determinants. *International Journal of Food Microbiology*. Vol (102): 239-244.
- De las Rivas B., Marcobal Á., Carrascosa, A. V., Muñoz, R. (2006). PCR detection of foodborne bacteria producing the biogenic amines histamine, tyramine, putrescine, and cadaverine. *Journal of Food Protection*. Vol (10): 2509–2514.
- De Las Rivas B., Marcobal Á., Muñoz R. (2005). Improved multiplex-PCR method for the simultaneous detection of food bacteria producing biogenic amines. *FEMS Microbiology Letters*. Vol (244): 367-372.

- Del Re B., Sgorbati B., Miglioli M., Palenzona D. (2000). Adhesion, autoaggregation and hydrophobicity of 13 strains of *Bifidobacterium longum*. *Letters in Applied Microbiology*. Vol (31): 438-342.
- Devirgiliis C., Zinno P., Perozzi G. (2013). Update on antibiotic resistance in foodborne *Lactobacillus* and *Lactococcus* species. *Frontiers in Microbiology*. Vol (4): 1-13.
- Doleyres Y., Fliss I., Lacroix C. (2004). Increased stress tolerance of *Bifidobacterium longum* and *Lactococcus lactis* produced during continuous mixed-strain immobilized-cell fermentation. *Journal of Applied Microbiology*. Vol (97): 527-539
- Domig K. J., Kiss H., Petricevic L., Viernstein H., Unger F., Kneifel W. (2014). Strategies for the evaluation and selection of potential vaginal probiotics from human sources: an exemplary study. *Beneficial Microbes* Vol (3): 263–272.
- Eaton T.J. and Gasson M.J. (2001). Molecular screening of *Enterococcus* virulence determinants and potential for genetic exchange between food and medical isolates. *Applied Environmental Microbiology*. Vol (67): 1628–1635.
- Ebner S., Smug L.N., Kneifel W., Salminen, S.J., Ellen Sanders, M. (2014). Probiotics in dietary guidelines and clinical recommendations outside the European Union. *World Journal of Gastroenterology*. Vol (20): 16095-16100.
- EFSA Panel on Biological Hazards. (2011). Scientific Opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. *EFSA Journal*, 9(10), 2393.
- Folquié Moreno M.R., Sarantinopoulos P., Tsakalidou E., De Vuyst, L. (2006) The role and application of enterococci in food and health. *International Journal of Food Microbiology*. Vol (106): 1-24.
- Hayes J.R., English L.L., Carter P.J., Proescholdt T., Lee K.Y., Wagner D.D., White D.G. (2003). Prevalence and antimicrobial resistance of *Enterococcus* species isolated from retail meats. *Applied environmental microbiology*. Vol (12): 7153–7160.
- Jackson C. R., Fedorka-Cray P. J., Barrett J. B. (2004). Use of a genus- and species-specific multiplex PCR for identification of enterococci. *Journal of Clinical Microbiology*. Vol (8): 3558–3565.
- Klare I., Konstabel C., Müller-Bertling S., Reissbrodt R., Huys G., Vancanneyt M., Swings J., Goossens H., Witte W. (2005) *Applied Environmental Microbiology*. Vol (12): 8982–8986.
- Lund B., Baird-Parker T., Gould G.W. (2000). Microbial ecology of different types of food. In *Microbiological Safety and Quality of Food*. Springer Science & Business Media, 2000.
- Mrkonjic Fuka M., Zgomba Maksimovic A., Tanuwidjaja I., Hulak N., Schloter M. (2017). Characterization of Enterococcal Community Isolated from an Artisan Istrian Raw Milk Cheese: Biotechnological and Safety Aspects. *Food technology and Biotechnology*. Vol (3): 368-380.
- Versalovic J., Schneider M., De Bruijn F.J., Lupski J.R. (1994). Genomic fingerprinting of bacteria using repetitive sequence-based polymerase chain reaction. *Methods in Molecular and Cellular Biology*. Vol (5): 25-40.

**Voćarstvo,  
Vinogradarstvo  
i vinarstvo**

**08**

**Viticulture,  
Enology and  
Pomology**





## Klijanje peluda lunjskih maslina u *in vitro* uvjetima

Kristina Batelja Lodeta<sup>1</sup>, Marko Budimir<sup>2</sup>, Duje Grubišić<sup>2</sup>, Lovorka Vujić<sup>3</sup>, Jelena Gadže<sup>1</sup>, Anita Bošnjak Mihovilović<sup>1</sup>, Ivanka Habuš Jerčić<sup>1</sup>, Dani Benčić<sup>1</sup>, Snježana Kereša<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska*  
(kbatelja@agr.hr)

<sup>2</sup>*Student Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska*

<sup>3</sup>*Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, A. Kovačića 1, Zagreb, Hrvatska*

### Sažetak

Na otoku Pagu, u botaničkom rezervatu u Lunu nalazi se oko 80.000 stabala maslina od kojih je oko 1.500 divljih maslina i divljih maslina na koje je nacijepljena 'Oblica'. U radu je praćena cvatnja i određena uspješnost klijanja peluda maslina od osam stabala (genotipova) samoniklih divljih maslina, 'Oblice' nacijepljene na divlju maslinu i 'Oblice' na vlastitu korijenu. Kod 'Oblice' na vlastitom korijenu i nacijepljene utvrđena je usklađenost u fenofazi cvatnje. Prema fenofazi cvatnje genotipovi divljih maslina grupirali su se u tri grupe: 1) G1, G2, G3; 2) G4 i G5, 3) G6, G7 i G8. Visok postotak klijavosti (>30%) utvrđen je kod divljih maslina, dok je postotak klijavosti kod 'Oblice' na vlastitom korijenu kao i nacijepljene bio niži (<20%).

**Ključne riječi:** cvatnja, klijavost peluda, 'Oblica', mastrinka

### Uvod

Na Lunu se nalazi oko 80.000 maslina, gdje se svojom jedinstvenošću izdvaja oko 1.500 divljih maslina te divljih na koje je nacijepljena sorta 'Oblica'. Visina maslina je između 5 i 8 metara i promjer debla više od 80 centimetara, ponekad grmastog oblika oblikovanog ispašom ovaca. Posebna vrijednost ovog rezervata je i u starosti pojedinih stabala. Ovakvo nalazište divljih maslina s površinom od oko 23,6 ha je jedino takve vrste na Jadranu te je u svjetskim okvirima jedno od samo nekoliko lokacija na kojima u znatnom broju raste samonikla divlja maslina-mastrinka te kao takvo ima veliku botaničku vrijednost. Zbog svojih specifičnih karakteristika to je područje 1963. godine zaštićeno i proglašeno botaničkim rezervatom. Očuvanje divljih vrsta je od iznimne važnosti te su Lunjske masline jedan od primjera očuvanja populacija *in situ*.

U dosad provedenim molekularnim istraživanjima divljih maslina utvrđena je njihova izrazito velika genetska raznolikost što pokazuje izniman potencijal u oplemenjivanju (Belaj i sur., 2007., 2010; Besnard i sur., 2013.). Divlje masline imaju niz pozitivnih agronomskih (Aranda i sur., 2011.) karakteristika kao što su povećana otpornost na verticilozu (López-Escudero i Mercado-Blanco, 2011.), otpornost na maslininu muhu (Mkize i sur., 2008.), na abiotске čimbenike poput suše i vjetra (Murillo i sur., 2005.), kao i na kakvoću maslinova ulja (Dabbou i sur., 2011.).

Vijabilnost peluda, koju čini klijanje i rast peludnih mješinica, određuje uspješnost odnosno neuspješnost oplodnje. Vlašić (1980) se među prvima na našim prostorima bavio razlozima loše klijavosti peluda sorata masline, među kojima navodi poremećaj u mikrosporogenezi što za posljedicu ima peludna zrnca nejednake veličine i slabe klijavosti. Do sada su provedena brojna istraživanja klijavosti i vijabilnosti peluda kultiviranih sorata maslina (Perica i sur., 2001; Pinillos i Cuevas 2008; Vuletin Selak 2011) na različitim hranidbenim podlogama koja povezuju kakvoću peluda i uspješnost oprašivanja.

Cilj ovog rada bio je istražiti fenologiju cvatnje i klijavost peluda lunjskih maslina, što su bitna svojstva koja karakteriziraju određeni genotip. Klijavost peluda i cvatnja su glavni fiziološki procesi koji utječu na zamatanje plodova odnosno produktivnost.

### Materijali i metode

U mjestu Lun na otoku Pagu, odabrano je prema fenotipu osam samoniklih stabala divljih maslina (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8), tri stabla 'Oblice' na vlastitom korijenu (O) i tri stabla 'Oblice' nacijepljene na divlju maslinu (OG). Odabrana stabla samoniklih divljih maslina bila su približno iste starosti, nalazila su se na lokacijama koje nisu bile pod velikim utjecajem bure i posolice, a tlo je bilo izuzetno skeletno.

Tijekom mjeseca svibnja provodilo se praćenje fenofaze cvatnje. Promatranje se provodilo svakoga dana te su zabilježeni početak i kraj tri stadija fenofaze cvatnje: početak cvatnje - otvaranje prvih cvjetova, puna cvatnja i kraj cvatnje kada latice cvjetova poprimaju tamnu boju te otpadaju.

Pelud je prikupljena kod svih navedenih stabla masline u fenofazi pune cvatnje laganim protresanjem grančica masline u sterilizirane staklene bočice koje su do analize čuvane u mraku, u desikatoru na temperaturi od 20°C. Za analizu klijanja peluda pripravljena je podloga sastava: 15 % saharoze + 0,8% agara u demineraliziranoj vodi. Podloga je sterilizirana autoklaviranjem i izlivena u sterilne Petrijeve zdjelice. Pelud masline nanošen je na hranidbenu podlogu pomoću kista, u manjim količinama, jednoliko raspoređen po cijeloj površini. Nakon nanošenja peluda na hranidbenu podlogu uslijedila je inkubacija te je klijavost određena nakon 4, 8 i 24 sata. Klijanje peluda analizirano je pod binokularnom lupom. Kao prokljivali pelud računala su se sva prokljivala zrnca bez obzira na duljinu njihove peludne mješince.

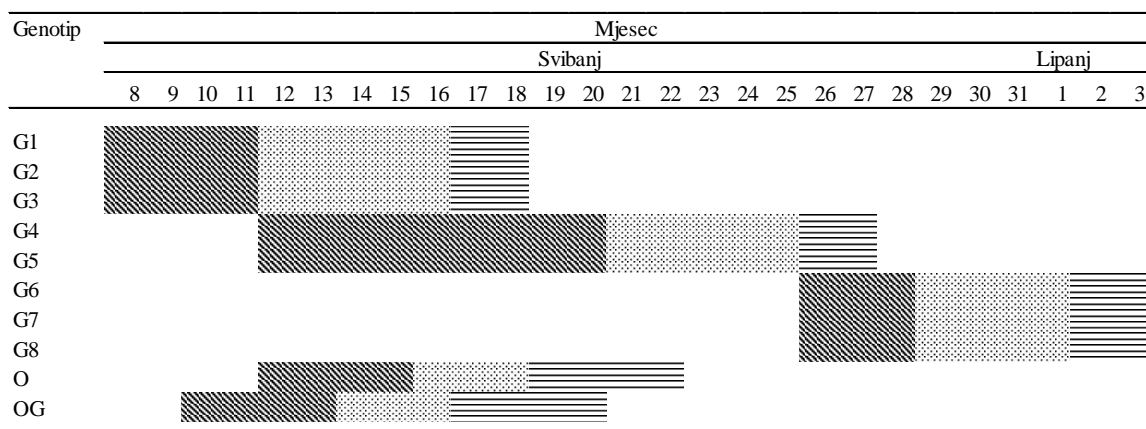
Peludna zrnca sa svakog stabla bila su raspoređena u tri repeticije (tri Petrijeve zdjelice) s tri vidna polja po repeticiji. Prokljivala i neprokljivala peludna zrna brojana su pod binokularnom lupom pod povećanjem od 20 X .

Podaci su obrađeni analizom varijance (ANOVA) gdje su nakon signifikantnog F-testa srednje vrijednosti uspoređene LSD testom na razini signifikantnosti  $P \leq 0,05$  pomoću računalnog programa StatView (SAS Institute Inc. Version 5.0.1).

### Rezultati i rasprava

Tijekom praćenja cvatnje (Slika 1.) primijećena je razlika u stadijima cvatnje između genotipova samoniklih maslina kao i između 'Oblice' na vlastitu korijenu (O) i 'Oblice' cijepljene na divlju maslinu (OG). Iz slike 1. evidentna je razlika ne samo u početku nego i trajanju određenih fenofaza cvatnje između genotipova divljih maslina, pa je tako kod genotipova G1, G2 i G3 početak cvatnje započeo 8.5.2014. i trajao je četiri dana, kod genotipova G4 i G5 početak cvatnje je započeo 12.5.2014. i trajao je najduže, čak devet dana, dok je kod genotipova G6, G7 i G8 početak cvatnje bio tek 26.5.2014. i trajao je tri dana. Dužina pune cvatnje je trajala pet dana, a kod genotipova G6, G7 i G8 četiri dana. Za pretpostaviti je da se stabla koja cvjetaju istovremeno međusobno oprašuju. Istovremena cvatnja važan je preduvjet za postizanje prinosa nakon međusobnog oprašivanja (Cuevas i sur., 2009). Kod 'Oblice' nacijepljene na divlju maslinu cvatnja je započela dva dana ranije u odnosu na 'Oblicu' na vlastitom korijenu. Dužine pojedinih stadija trajale su jednak broj dana i kod nacijepljene 'Oblice' i kod 'Oblice' na vlastitom korijenu. Vuletin Selak (2014) uočila je početak cvatnje 'Oblice' na području Splita u 2009. godini 16.5., a u 2010. godini 21.5. te je u obje godine cvatnja trajala 9 dana. Cvatnja uvelike ovisi o sorti, ali veliki utjecaj imaju i abiotski čimbenici poput temperature, količine i trajanja insolacije, količine oborina,

količine i intenziteta vjetra i dr. Razlike u duljini i vremenu cvatnje povezane su s klimatskim uvjetima između regija uzgoja maslina, ali u istoj regiji ovise i o različitim kalendarskim godinama (Lavee i sur. 2002).



Slika 1. Cvatanja stabala samoniklih divljih maslina (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8), 'Oblice' na vlastitom korijenu (O) te 'Oblice' cijepljenje na divlju maslinu (OG) u periodu svibanj/lipanj 2014. godine. Koso iscrtano polje označava početak cvatnje, točkasta polja punu cvatnju te polja sa horizontalnim crtama kraj cvatnje.

Postotak klijavosti između genotipova divljih maslina (Tablica 1) nije se razlikovao nakon 4 i 24 sata. Razlika je zabilježena samo kod 8. sata nakon nanošenja peluda na hranidbenu podlogu, kad je najmanji postotak klijavosti zabilježen kod genotipa G5. S obzirom da je klijavost nakon 24 sata iznosila više od 34% zaključujemo da genotipovi divljih maslina imaju relativno visok postotak klijavosti peluda te da bi ih mogli svrstati u grupu „dobrih oprašivača“.

Tablica 1. Klijavost peluda stabala samoniklih divljih maslina (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8) nakon 4, 8 i 24 sata.

Genotip	Klijavost nakon 4 sata (%)	Klijavost nakon 8 sati (%)	Klijavost nakon 24 sata (%)
G1	10,33	21,40 ab	37,10
G2	12,16	20,80 b	36,90
G3	10,93	22,20 a	35,20
G4	11,48	21,90 ab	34,83
G5	11,29	19,30 c	35,16
G6	11,23	22,56 a	36,14
G7	10,60	21,70 ab	37,26
G8	10,97	22,45 a	36,83
ANOVA	NS	***	NS

Vrijednosti obilježene različitim slovom su značajno različite prema LSD testu kod  $P \leq 0,05$ . Značajnost je označena kao: NS ili \*\*\* pri  $P \leq 0,001$

Kod 'Oblice' na vlastitom korijenu i 'Oblice' nacijepeljene na divlju maslinu (Tablica 2) uočena je razlika u postotku klijavosti peluda nakon 24 sata gdje je postotak klijavosti bio veći kod nacijepeljene 'Oblice', ali još uvijek manji od 20%.

Tablica 2. Klijavost peluda 'Oblice' na vlastitom korijenu (O) i 'Oblice' cijepeljene na divlju maslinu (OG) nakon 4, 8 i 24 sata.

SORTA	Klijavost nakon 4 sata (%)	Klijavost nakon 8 sati (%)	Klijavost nakon 24 sata (%)
O	7,78	9,55	16,62b
OG	8,51	9,72	18,48a
ANOVA	NS	NS	*

Vrijednosti obilježene različitim slovom su značajno različite kod  $P \leq 0,05$ . Značajnost je označena kao: NS ili \* pri  $P \leq 0,05$ .

## Zaključak

Usklađenost u fenofazi cvatnje kod 'Oblice' na vlastitom korijenu i nacijepeljene omogućuje međusobno oprašivanje kao i dozrelost plodova za berbu. Prema fenofazi cvatnje genotipovi divljih maslina grupirali su se u tri grupe: 1) G1, G2, G3; 2) G4 i G5; 3) G6, G7 i G8. Divlje masline spadaju u grupu dobrih oprašivača jer imaju visok postotak klijavosti peluda, dok je postotak klijavosti kod 'Oblice' na vlastitom korijenu kao i nacijepeljene manji.

Potrebno bi bilo provesti daljnja genetička, ali i morfološka istraživanja divljih maslina na Lunu.

## Literatura

- Aranda S., Montes – Borrego M., Jiménez – Díaz R. M., Landa B. B. (2011) Microbial communities associated with the root system of wild olives (*Olea europaea* L. subsp. *europaea* var. *sylvestris*) are good reservoirs of bacteria with antagonistic potential against *Verticillium dahliae*. *Plant Soil* 343: 329 – 345.
- Belaj A., Muñoz – Diez C., Baldoni L., Porceddu A., Barranco D., Satovic Z. (2007) Genetic diversity and population structure of wild olives from North – Western Mediterranean assessed by SSR markers. *Ann Both* 100: 449 – 458.
- Belaj A., Muñoz – Diez C., Baldoni L., Satovic Z., Barranco D. (2010) Genetic diversity and relationships of wild and cultivated olives at regional level in Spain. *Sci Hort* 124: 323 – 330.
- Besnard G., Khadari B., Navascués M., Fernández – Mazuecos M., El Bakkali A., Arrigo N., Baali – Cherif D., Brunini – Bronzini de Caraffa V., Santoni S., Vargas P., Savolainen V. (2013) The complex history of the olive tree: from Late Quaternary diversification of Mediterranean lineages to primary domestication in the northern Levant. *Proc R Soc B: Biol Sci* 280 (1756): 20122833. Raspoloživo: 10.1098/rspb.2012.2833.
- Cuevas, J., Pinillos V., Polito V.S. (2009). Effective pollination period for 'Manzanillo' and 'Picual' olive trees. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 84:370–374.
- Dabbou S., Selvaggini R., Urbani S., Taticchi A., Servili M., Hammami M. (2011) Comparison of the chemical composition and the organoleptic profile of virgin olive oil from two wild and two cultivated Tunisian *Olea europaea*. *Chem Biodivers* 8: 189 – 202.
- Mkize, N., Kim A. H., Villet M.H. (2008). *Biocontrol. Science and Technology*, 18:991-1004.
- Murillo J.M., Madejon E., Madejon P., Cabrera F. (2005) The response of wild olive to the addition of a fulvic acid-rich amendment to soils polluted by trace elements (SW Spain). *J. Arid Environ* 63: 284 – 303.

- Perica S., Brown P.H., Connell J.H., Nyomora A.M.S., Dordas C., Hu H.N., Stangoulis J. (2001). Foliar born application improves flower fertility and fruit set of olive. *HortScience* 36:714-716.
- Pinillos V., Cuevas J 2008. Standardization of the fluorochromatic reaction test to assess pollen viability. *Biotech. Histochem.* 83: 15-21.
- Lavee S., Taryan J., Levin J., Haskal A. (2002). The significance of cross-pollination for various olive cultivars under irrigated intensive growing conditions. *Olivae* 91: 25-36.
- Vlašić A., (1980). Morfološki citološki i fiziološki sterilitet sorata masline. Institut za jadranske kulture, Split.
- López-Escudero F., Mercado-Blanco J. (2011) Verticillium wilt of olive: a case study to implement an integrated strategy to control a soil-borne pathogen. *Plant Soil* 344: 1 – 50.
- Vuletin Selak G., Perica S., Goreta Ban S., Radunić M., Poljak M. (2011) Reproductive Success Following Self-pollination and Cross-pollination of Olive Cultivars in Croatia. *HortScience* 46(2): 186-19.1
- Vuletin Selak G., Cuevas J, Goreta Ban S, Perica S (2014). Pollen tube performance in assessment of compatibility in olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae* 165: 36–43.

## Pollen germination *in vitro* of Lun olives

### Abstract

On the island of Pag, in the botanical reserve of Lun, there are about 80,000 olive trees among them there is 1,500 wild olives and olives to which cv. 'Oblica' is grafted. Paper describes observations of flowering and the success of pollen germination of eight wild olive trees (genotypes), the cv. 'Oblica' on its own root and cv. 'Oblica' grafted on wild olive. In cv. 'Oblica' on its own root and cv. 'Oblica' grafted on wild olive, compatibility of the phenophase of flowering was determined. According to the phenophases of flowering of wild olive trees genotypes are grouped into three groups: 1) G1, G2, and G3; 2) G4 and G5, 3) G6, G7, and G8. Wild olives have a high percentage of germination (>30%), while the percentage of pollen germination is smaller in cv. 'Oblica' on its own root and cv. 'Oblica' grafted on wild olive as well (<20%).

**Key words:** flowering, pollen germination, 'Oblica', wild olives

## Sadržaj $\beta$ -karotena u svježim i prerađenim plodovima gojia (*Lycium barbarum*)

Nadica Dobričević<sup>1</sup>, Sandra Voća<sup>1</sup>, Jana Šic Žlabur<sup>1</sup>, Ante Galić<sup>1</sup>, Stjepan Pliestić<sup>1</sup>, Iva Jagatić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska (ndobricevic@agr.hr)

<sup>2</sup>Diplomski studij, Hortikultura, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Gojia boba (*Lycium barbarum*) plod je drvenasto grmolike biljke. Nutritivna vrijednost plodova je u značajnim količinama vitamina, mikro i makro elemenata. Cilj rada je utvrditi količinu  $\beta$ -karotena, ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida u svježoj sirovini, soku i kaši od plodova gojia. Probrani zdravstveno ispravni plodovi obrađeni su u centrifugalnom sokovniku uz odvajanje soka i kaše. Količina  $\beta$ -karotena je od 42494,33 (sok-B) do 47140,32  $\mu\text{g}\%$  (svježi plod-A), ukupnih fenola od 161,04(sok-B) do 421,17 mg u 100 g (kaša-C), flavonoida od 85,96 (sok-B) do 187,79 mg u 100 g (kaša-C) i neflavonoida od 75,08 (sok-B) do 233,38 mg u 100 g (kaša-C) analiziranog uzorka. Rezultati bioaktivnih tvari pokazali su značajne statističke razlike između analiziranih uzoraka.

**Gljučne riječi:** goji,  $\beta$ -karoten, fenoli, flavonoidi, neflavonoidi

### Uvod

Plodovi gojia bogatog su nutritivnog sastava uz visok sadržaj vitamina, minerala, ostalih fitokemikalija te karotenoida. Konzumacija zrelih plodova ili njihovih prerađevina pozitivno djeluje na očuvanje ljudskog zdravlja, poboljšava vid, djeluje opuštajuće, ublažava glavobolje, jača funkcije jetre i bubrega te štiti krvne stanice i mitohondrij od oksidacije (Luo i sur., 2004., Burke i sur., 2005.). Plodovi sadrže esencijske masne kiseline potrebne za održavanje proizvodnje hormona, dobro funkcioniranje mozga i živčanog sustava (Zhao i sur., 2005.). Prema navodima u literaturi sadrže karotenoide, vitamin A i zeksantin, vitamine B, C, E, željezo, 18 različitih aminokiselina od kojih 8 esencijalnih, proteine i 21 minerala u tragovima uključujući antikancerogeni germanij (Berendschot i sur., 2002., Daus, 2014., Feskanich i sur., 2000., Lim i sur., 2007.). Plodovi sadrže solavetivon, snažan antigljivični i antibakterijski spoj fizalin koji štiti od leukemije i hepatitisa B, beatin koji se koristi za normalan rad jetre (Rice-Evans i sur., 1997.), te beta-sitosterol antiupalni agens koji se koristi za snižavanje kolesterola, liječenje spolne nemoći i kod povećane prostate (Gülçin i sur., 2006., Kumaran i Karmunakaran, 2007.). Po sadržaju različitih nutrijenata i karakteristikama kemijskog sastava plodovi gojia spada u kategoriju „super hrana“, često se koristi naziv „sretne bobice“ ili „crveni dijamanti“. Preporučena dnevna doza za konzumaciju u cilju zdravstvene dobrobiti je 10-30 g (Zhao i sur., 2005.), a kineska medicina preporuča i do 150 g dnevno (Wu i sur., 2004.). Ponuda svježih plodova ograničena je njihovom osjetljivošću tijekom transporta i skladištenja, te se na tržištu najčešće nalaze sušeni plodovi, sok ili kaša (Rice-Evans i sur., 1995., Kähkönen i sur., 1999.).

## Materijal i metode

Plodovi su uzorkovani na proizvodnih površinama „OPG-a“ iz okolice Zagreba. Nakon berbe, plodovi su dopremljeni u laboratorij Zavoda za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport gdje su probrani, oprani i pripremljeni za laboratorijske analize. Ukupna masa svježih plodova podijeljena je u tri dijela i to prvi dio (A) je analiziran u svježem stanju, drugi dio (B) obrađen je na sokovniku „Bullet Express“ te je dobiveni sok analiziran i treći dio (C) je kaša koja je ostala nakon izdvajanja soka. Svježi plodovi su na laboratorijskom homogenizatoru (Ultra Turrax T18B, IKA) usitnjeni i pripremljeni za kemijske analize osnovnih parametara i bioaktivnih tvari i to:  $\beta$ -karotena, ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida. Za određivanje  $\beta$ -karotena korištena je spektrofotometrijska metoda pri valnoj duljini od 450 nm uz otapala petroleter i aceton. Ukupni fenoli su određivani s Folin-Ciocalteu reagensom na spektrofotometru pri valnoj duljini 750 nm. Za taloženje flavonoidnih spojeva korišten je formaldehid i iz ostatka određivani su neflavonoidi po metodi za ukupne fenole. Razlika ukupnih fenola i neflavonoida dala je količinu flavonoida (Ough i Amerine, 1988.).

Dobiveni podaci obrađeni su statistički u programu SAS, verzija 9.3 (SAS, 2010.). Korišten je Duncanov test signifikantnosti razlika (1 %).

## Rezultati i rasprava

Rezultati sadržaja  $\beta$ -karotena, ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida prikazani su u Tablici 1. Uvidom u rezultate vidljivo je da postoje značajne statističke razlike ( $p < 0,001$ ) između svježih plodova (A), soka (B) i kaše (C) od plodova.

Tablica 1. Sadržaj bioaktivnih tvari u svježim i obrađenim plodovima

Uzorak	$\beta$ -karoten ( $\mu\text{g}\%$ ) ***	Ukupni fenoli (mg/100g) ***	Flavonoidi (mg/100g) ***	Neflavonoidi (mg/100g) ***
Svježi plod (A)	47140,32a	294,18b	151,40b	157,62b
Sok (B)	42494,33c	161,04c	85,96c	75,08c
Kaša (C)	43622,39b	421,17a	187,79a	233,38a

\*\*\*  $p < 0,001$ ; a,b,c-srednje vrijednosti statistički signifikantno različite

Biljni pigment  $\beta$ -karoten nalazi se u voću i povrću u nijansama od žute, narančaste pa sve do tamno zelene boje (Katalinić, 2006.). Poznat je antioksidans koji djeluje u zaštiti od slobodnih radikala koji mogu oštetiti različite strukture u stanicama i dovesti do brojnih poremećaja i bolesti. Istraživanje je pokazalo da plod gojia ima veći sadržaj  $\beta$ -karotena čak i od mrkve (Burke i sur., 2005., Luo i sur., 2004., Medina, 2011., Zhao i sur., 2005.). Svježi plod sadrži najviše  $\beta$ -karotena 47170,32  $\mu\text{g}\%$ , dok je najmanja količina utvrđena u soku 42494,33  $\mu\text{g}\%$ . Rodriguez-Amaya (2002.) navodi da sadržaj  $\beta$ -karotena u svježim plodovima gojia iznosi 40537,13  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ , dok su u ovom istraživanju dobivene značajno veće vrijednosti kao rezultat klimatsko uzgojnih karakteristika.

Vrijednosti ukupnih fenola kretale su se od 161,04 mg/100g u soku do 421,17 mg/100g u kaši. Kosar i sur. (2003.) navode da je ukupna količina fenolnih spojeva u uzorcima svježih plodova gojia iznosila 351 mg/100g, dok Donno i sur. (2015.) navode da ukupna količina fenola iznosi 268,35 mg/100g. Rezultati fenolnih spojeva, dobiveni ovim istraživanjem, poklapaju se s navedenim literaturnim navodima.



Flavonoidi u plodovima gojia štite krvne stanice i mitohondrije od mogućih oštećenja nastalih tijekom procesa oksidacije (Luo i sur.,2004; Burke i sur.,2005.). Ovim istraživanjem utvrđene su više vrijednosti flavonoida i to u rasponu od 85,96 mg/100 g u soku do 187,79 mg/100 g u kaši. Najveći sadržaj flavonoida utvrđen je u kaši gdje je utvrđen i visoki sadržaj ukupnih fenolnih spojeva. Le i sur. (2007.) navode da sadržaj flavonoida u svježim plodovima gojia iznosi 53,06 mg/100g što je u manje od dobivenih rezultata i vjerojatno je rezultat klimatsko uzgojnih faktora.

Neflavonoidi su prema kemijskoj strukturi jednostavniji od flavonoida. Kao i kod flavonoida najveći sadržaj neflavonoida je utvrđen u kaši od gojia 233,38 mg/100 g. Najmanja količina neflavonoida utvrđena je u soku 75,08 mg/100g.

Dobiveni rezultati pokazuju da svježi plodovi imaju najveći sadržaj  $\beta$ -karotena, koji ima važnu ulogu u prehrani ljudi, te konzumacija takvih plodova djeluje u prevenciji i održavanju zdravlja ljudi. Sadržaj ostalih istraživanih bioaktivnih tvari je značajno viši u voćnoj kaši, te se tako prerađeni proizvod preporuča za daljnju doradu i preradu. Dobivene vrijednosti bioaktivnih komponenti ukazuju na maksimalno moguću iskoristivost sirovine uz odabrane načine obrade.

### Zaključak

Prema rezultatima istraživanja, sadržaj bioaktivnih tvari u svježim plodovima, soku i kaši značajno se statistički razlikuje.

Voćna kaša sadrži najviše ukupnih fenola, flavonoida i neflavonoida, a svježi plodovi najviše  $\beta$ -karotena.

Konzumacija svježih plodova, soka ili kaše djeluje na prevenciju ili očuvanje zdravlja ljudi radi nutritivnog sastava.

### Literatura

- Berendschot T.T., Broekmans W.M., Klopping-Ketelaars I.A., Kardinaal A.F., Van Poppel G., Van Norren D. (2002). Lens aging in relation to nutritional determinants and possible risk factors for age-related cataract. *Arch Ophthalmology*, 120(12):1732-7.
- Burke D.S., Smidt C.R., Vuong L.T. (2005). Momordica cochinchinensis, Rosa roxburghii, wolfberry and sea buckthorn highly nutritional fruits supported by tradition and science. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 3(4): 259-266.
- Donno D., Beccaro G.L., Mellano M.G., Cerutti A.K., Bounous G. (2015). Goji berry fruit (*Lycium spp.*): antioxidant compound fingerprint and bioactivity evaluation. *Journal of Functional Food*, 18: 757-1200.
- Feskanich D., Ziegler R.G., Michaud D.S., Giovannucci E.L., Speizer F.E., Willett W.C., Colditz G.A. (2000). Prospective study of fruit and vegetable consumption and risk of lung cancer among men and women. *Journal of National Cancer Institute*, 92: 1812–23.
- Gülçin I., Mshvildadze V., Gepdiremen A., Elias R. (2006). Antioxidant activity of a triterpenoid glycoside isolated from the berries of *Hedera colchica*: 3-O-( $\beta$ -Dglucopyranosyl)-hederagenin. *Phytotherapy Researches*, 20: 130–134.
- Katalinić V. (2006). Kemija mediteranskog voća i tehnologija prerade. Kemijsko – tehnološki fakultet, Split.
- Kähkönen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J.P., Pihlaja K., Kujala T.S, Heinonen M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 3954-3962.
- Kosar M., Kirimer N., Altintas A., Baser K.H.C., Demirci B. (2003). Composition of the essential oils of *Lycium barbarum* and *L. ruthenicum* fruits. *Chemistry of Natural Compounds*, 42: 1.
- Kumaran A., Karunakaran R.J. (2007). In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India. *LWT – Food Science and Technology*, 40(2): 344-352.

- Le K., Chiu F., and Ng K. (2007). Identification and quantification of antioxidants in *Fructus lycii*. *Food Chemistry*, 105: 353-363.
- Lim Y.Y., Lim T.T., Tee J.J. (2007). Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chemistry*, 103: 1003-1008.
- Luo Q., Cai Y., Yan J., Sun M., Corke H. (2004). Hypoglycemic and hypolipidemic effects and antioxidant activity of fruit extracts from *Lycium barbarum*. *Life Science*, 76: 137-149.
- Medina M.B. (2011). Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. *Journal of Functional Foods*, 3: 79-87.
- Ough C.S., Amerine M.A. (1988). *Methods for Analysis of Musts and Wines*. John Wiley & Sons. Washington, 92-146.
- Rice-Evans C.A., Miller N.J., Bolwell G.P., Bramley P.M., Pridham J.B. (1995). The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radical Research*, 22: 375-383.
- Rice-Evans C., Miller N., Paganga G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Science Direct*, 2: 152-159.
- Rodriguez-Amaya D. B., (2002). A guide to carotenoid analysis in foods. *ILSI Human Nutrition Institute*, 12: 61-65.
- SAS/STAT (2010). Version 9.3., SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Wu S.J., Ng L.T., Lin C.C. (2004). Antioxidant activities of some common ingredients of traditional Chinese medicine, *Angelica sinensis*, *Lycium barbarum* and *Poria cocos*. *Phytother Research*, 18(12): 1008-12.
- Zhao R., Li Q., Xiao B. (2005). Effect of *Lycium barbarum* polysaccharide on the improvement of insulin resistance in NIDDM rats. *Yakugaku Zasshi*, 125: 981-988.

## **$\beta$ -carotene content in fresh and processed goji berries (*Lycium barbarum*)**

### **Abstract**

Goji berries (*Lycium barbarum*) are fruits of woody shrub plants. The nutritional value of berries are in significant amounts of vitamins, macro and micro elements. The aim of study was to determine the content of  $\beta$ - carotene, total phenols, flavonoids and non-flavonoids in raw material (fresh berries), juice and pulp of goji berries. Fresh goji berries were processed in a centrifugal juicer with the separation of juice and pulp. The content of  $\beta$ - carotene was in range from 42494,33(juice-B) to 47140, 32  $\mu\text{g}\%$  (fresh berries-A), total phenols from 161,04 (juice-B) to 421,17 mg in 100 g (pulp-C), flavonoids from 85,96 (juice-B) to 187,79 mg in 100 g (pulp-C) and non-flavonoids from 75,08 (juice-B) to 233,38 mg in 100 g (pulp-C) of analyzed samples. The results of studied bioactive compounds showed significant statistical differences between analyzed samples of goji berries.

**Key words:** goji,  $\beta$ -carotene, phenols, flavonoids, non-flavonoids

## Ornamental dwarf peach cultivars from Research Station for Fruit Growing Constanta, Romania

Corina Gavat, Liana Melania Dumitru, Vlăduț Alexandru Oprea

Research Station for Fruit Growing Constanta, No.25 Pepinierei Street, 907300, Valu lui Traian, Constanta, Romania (corina\_gavat@yahoo.com)

### Abstract

The peach is a species with good adaptation and development under Romanian climatic and soil conditions. Dwarf peach trees are appreciated for their fruit with nourishing and therapeutically qualities, but also for their habit and flower decor, very spectacular in early spring. In the last 25 years, at Research Station for Fruit Growing Constanta were created and released ornamental dwarf peach and nectarine trees as following: 'Paul' and 'Dan' (2000), 'Livia' and 'Valerica' (2007). All cultivars appreciated for their very abundant flowering, a long period of decoration (three weeks) and resistance to the main diseases and pests. They are very suitable for small gardens and parks or for containers. These new ornamental peach tree cultivars grafted in our nursery and introduced to the growers and the public. The purpose of this paper is to point out the favorable features of the newly created peach and nectarine dwarf cultivars within Romania

**Keywords:** *Prunus persica*, decor, double flower, flowering time

### Introduction

The parks have a high importance especially in large urban areas, being considered oases of beauty, fresh air, tranquillity and relaxation. For this reason the breeders and ornamental plant producers are interested to present a large assortment of plants which diversify and enrich the present one. In present, together with coniferous and deciduous plants, different species of ornamental fruit trees as *Malus pumila*, *Malus floribunda*, *Prunus amygdalus*, *Prunus cerasifera*, *Prunus persica*, etc. are used.

One of the advantage of the ornamental dwarf peach tree is its small habit that makes it very suitable for city small gardens.

### Material and methods

The peach is the species with a large polymorphism and with a large ecological plasticity which explain its large spread out worldwide, both spontaneous and cultivated (Dumitru, 2009).

A dwarf peach breeding programme started since 1982 at Research Station for Fruit Growing Constanta (RSFG). The National Peach Collection is located here having 505 genotypes from entire world, hybrids fields of different ages and comparative crops.

Dwarf genotype has an extreme reduced habit size (1-1.5 m), numerous short internodes and secondary and tertiary ramifications (Scorza R., 1984). Lammerts, cited by Monet (1983) studied dwarf character and determined that it is recessive and monogenic (dw).

The breeders had the possibility to select ornamental genotypes from this rich germoplasm field that was used as genitors in breeding programme.

In the last 25 years numerous hybrid combinations, selection in hybrid progeny as well as clonal selection were made. These were studied in comparative crops and some were homologated as new cultivars.

Shoots were sampled from different tree cultivars with ten trees for each cultivar, and also from different levels of the crowns to determinate flower buds damaged by winter frost. The shoots were kept 48 hours in the laboratory and after that the flower buds were cut and the results were expressed in percents.

Phenological observations and measurement were done on selected plants; the beginning of flowering was considered when the first open flower was visible and the end of it was noticed when the last petals of the flowers fell. The blooming intensity was noted from 0 (absent) to 5 (abundant), according with the research methodology of fruit tree breeding (Cociu, 1989). New crosses of valuable forms and self-pollination for segregating characters were made and serious selections were carried out in the biological material obtained.

### Results and discussion

The studied material is represented by two peach cultivars and by two nectarine cultivars. All cultivars were obtained at RSFG Constanta.

R.S.F.G. Constanta is located in the south-eastern Romania, in the area between the Danube and the Black Sea and has specific steppe climatic conditions, with mean yearly temperatures of 11.6°C, hard winters and very hot summers with low rainfalls. Frosts return is a quite often phenomena in spring, fact that affects fruit trees with early blooming as peach. Absolute temperature beyond the limits of resistance of peach and almond species, respectively - 26°C, -30°C or above + 40°C is rare (1/20 or 1/30 years). Rainfall is deficient to the requirements of the trees, the average amount of rainfall is around 400 mm, with unequal distribution in the active growing season (April 1 to September 30). Chernozem soil type is deep, with good condition for water circulation, well supplied with humus.

Cultivars descriptions:

'Dan' - It is an ornamental nectarine tree. The tree is dwarf type, 1.20 m-1.50 m high, with globular crown; it presents second and third order branches with short internodes and very high density of flower buds. The leaves are bigger than standard peach tree leaves, intense coloured. The flower is rosacea type, abundant, with many unequal, red petals (Picture 1). The flowering is very rich and it lasts about 2 weeks, table 1. The variety is auto-fertile and precocious, with nectarine type fruit, with late maturation (September).



Picture 1. 'Dan' – flowers

The spread out area is in all regions were peach and apricot having favourable conditions to grow. The decor through flower is starting in the second year after planting.

‘Paul’ - Ornamental dwarf peach tree (full dwarf) that was released in 2007; the height is 1.0 m-1.2 m, the flowers are red, abundant, the blooming lasts between 12-15 days depending of the climatic conditions of the year. The habit of the tree is also very decorative. The trunk is short. Fruit are small, with yellow flesh, scented with late ripening (September-October).

‘Livia’ - is a semidwarf ornamental peach tree; the high is 1.20 m-1.80 m, compact crown. The flowers are big, intense pink, abundant, with a spectacular blooming, simultaneous with *Forsythia* sp. (Picture 2).



Picture 2. ‘Livia’ - flowers

The blooming time is 2-3 weeks (third decade of April to first decade of May). The fruits are edible, mediocre quality with yellow flash and very late ripening (September).

‘Valerica’ - has a semi-dwarf tree, with high productivity (about 21.0 kg/tree and 46.6 t/ha). The flower is large, simple, having five spherical petals, rosaceous type; pink colored; the blossom is very abundant and lasts about three weeks. The fruit of very good taste has an orange and firm flesh, good size and a well rapport between sugar and acid content, and the cultivars mentioned can be used for superintensive orchard. The recommended planting distance for all studied dwarf cultivars is 3 m by 1.5-2.5 m. Also, the dwarf peach tree can be plant in pots of 10-20 liter offering decor of terraces and balcony, but requiring foliar fertilization and frequent watering during the growing season.

Table 1. The phenology of flower buds for the studied peach and nectarine cultivars at Valul lui Traian, south-eastern Romania (2005-2016)

Cultivars	Category	% of flower buds frost	Flowering (limits)		Flowering intensity
			Beginning of flowering	End of flowering	
Dan	dwarf nectarine	0	05.04-22.04	20.04-21.05	5
Paul	dwarf peach	0	12.04-29.04	10.05-25.05	5
Livia	semidwarf peach	0.2	25.05-05.05	10.05-25.05	5
Valerica	semidwarf brugnone	0.5	14.03-28.03	05.04-10.05	5

## Conclusions

The ornamental peach tree with its various forms gains popularity and is often used in Romanian's parks and gardens decorating through their very rich blooming, red petals, but also through their small habit. They can be used isolated or in groups or associated with other dendrological species as lilac, jasmine, corn, etc. Also, the dwarf peach tree can be placed around the flowers or as a line aside of a path. Their blooming is very abundant and lasts 2-3 weeks in April and May.

## References

- Cociu V., Oprea S. (1989). Researches methods used for fruit breeding. Ed. Dacia, Cluj-Napoca, pp. 98.
- Dumitru L. M. (2009). Soiuri de piersic și nectarin destinate grădinilor mici, omologate în România. Lucrările Simpozionului „Mediul și agricultura în regiunile aride, Editura Estfalia, București.
- Monet R. (1983). Le pecher. Genetique et physiologie. Masson, Paris, France.
- Scorza R. (1984). Characterisation of four distinct peach tree growth types. J. Am. Soc. Hort. Sci. 109: 455-457.

## Utjecaj navodnjavanja na dozrijevanje plodova i udio ulja u plodu masline

Marin Krapac<sup>1</sup>, Lucija Zović<sup>2</sup>, Anja Novoselić<sup>1</sup>, Đani Benčić<sup>2</sup>, Karolina Brkić Bubola<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut za poljoprivredu i turizam, Karla Huguesa 8, Poreč, Hrvatska (marin@iptpo.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Istraživanje utjecaja navodnjavanja na dozrijevanje i udio ulja u plodu masline (*Olea europaea* L.) provedeno je na tri sorte: *Ascolana tenera*, *Leccino* i *Leccio del Corno* u dva tretmana: navodnjavano i bez navodnjavanja. Izračunata je prosječna masa ploda i indeks zrelosti te utvrđen udio ulja u suhoj i svježoj tvari ploda masline. Rezultati pokazuju da primjenjeno navodnjavanje nije utjecalo na udio vode, ulja u suhoj i svježoj tvari te na prosječnu masu ploda. Utjecaj tretmana na dozrijevanje plodova ovisio je o sorti. Plodovi sorte *Leccio del Corno* kasnije dozrijevaju u navodnjavanom tretmanu, dok kod sorti *Ascolana tenera* i *Leccino* navodnjavanje nije utjecalo na dinamiku dozrijevanja plodova.

**Ključne riječi:** maslina, navodnjavanje, dozrijevanje ploda, udio maslinovog ulja, masa ploda

### Uvod

U Republici Hrvatskoj maslinarska proizvodnja bilježi kontinuirani rast. Prema podacima FAO-a površine pod nasadima maslina su u porastu i od 2010. do 2014. godine su se povećale za 1.986 ha (FAOSTAT, 2017.), a najveći dio plodova koristi se za dobivanje visokokvalitetnog ekstradjevičanskog maslinovog ulja.

Zbog osjetljivosti na niske temperature maslina se uzgaja isključivo u primorskom dijelu Republike Hrvatske, gdje nedostatak oborina i suša u pojedinim godinama utječe na varijabilnost proizvodnje.

Količina oborina na Istarskom poluotoku je uglavnom zadovoljavajuća za maslinarsku proizvodnju, no distribucija je ovisna o lokaciji i periodu godine. Najviše oborina padne u središnjem dijelu Istre u jesensko-zimskom periodu, a količina je najmanja u obalnom i južnom dijelu tijekom ljetnih mjeseci (Gajić-Čapka i sur., 2015.). U posljednjih 50-ak godina (1961.-2010.) na Istarskom poluotoku te u južnom obalnom dijelu Republike Hrvatske zabilježeno je statistički značajno smanjenje oborina. Prema projekcijama količina oborina će se u tridesetogodišnjem periodu (2011.-2040.) smanjivati, dok je očekivani rast temperatura oko 1 °C (RH, 2014.). U Republici Hrvatskoj se navodnjava svega 14.480 ha, odnosno 1,1 % od ukupnog korištenog poljoprivrednog zemljišta, a cilj je ovaj postotak povećati na 6 % do 2020. godine (EAFRD, 2015.).

Iako je maslina kserofitna kultura, navodnjavanjem se postiže viša rodnost, krupnoća ploda te smanjuje izmjenična rodnost (Proietti i Antognozzi, 1996.). No utjecaj navodnjavanja na urod plodova sorte *Leccino* može biti i negativan (Krapac i sur., 2016.). Neki autori su utvrdili usporenu promjenu boje plodova i produljeno dozrijevanje maslina (Grattan i sur., 2006., Gucci i sur., 2007.) u navodnjavanom tretmanu, dok Gómez-Rico i sur. (2007.) nisu utvrdili utjecaj navodnjavanja na dozrijevanje plodova.

Osim pozitivnih učinaka na urod plodova navodnjavanje negativno utječe na udio fenolnih spojeva (Servili i sur., 2007., Stefanoudaki i sur., 2009.), koji imaju antioksidativna svojstva te su odgovorni za pikantnost i gorčinu djevičanskih maslinovih ulja.

Prema podacima Gómez-Rico i sur. (2007.) te Proietti i Antognozzi (1996.) navodnjavanje ne utječe na udio ulja u suhoj tvari maslina, dok su Stefanoudaki i sur. (2009.) utvrdili viši udio ulja u suhoj tvari navodnjavanih stabala u jednoj godini, dok u drugoj godini razlika nije bila značajna.

Cilj ovog rada je utvrditi kako navodnjavanje utječe na dozrijevanje plodova, prosječnu masu ploda i udio ulja u plodu ovisno o sorti maslina.

## Materijal i metode

Istraživanje je provedeno u kolekcijskom nasadu maslina Instituta za poljoprivredu i turizam u Poreču (45°13' S; 13°36' I) na nadmorskoj visini od 24 m. Ekspozicija nasada je sjeverozapadna, a nagib terena iznosi 7%. Stabla u kolekcijskom nasadu su stara 25 godina, uzgojni oblik je polikonična vaza sa 3-4 skeletne grane, a razmak sadnje je 6 x 6 m. Tlo u nasadu je crvenica, glinasto-ilovaste teksture.

Pokus je postavljen na tri talijanske sorte: *Leccio del Corno* (LDC), *Leccino* (L) i *Ascolana tenera* (AT) u dvije varijante: navodnjavano (NAV) i bez navodnjavanja (bNAV) u tri ponavljanja. Primijenjen je sustav lokaliziranog navodnjavanja „kap po kap“. Razmak između kapaljki je 0,5 m, a kapacitet 6,7 L/h tako da je područje krošnje svakog stabla pokriveno s tri kapaljke u prosjeku navodnjavano s 20 L/h/stablu. Početak navodnjavanja bio je nakon fenofaze odrvenjavanja koštice, kada dolazi do intenzivnijeg rasta mezokarpa tijekom kojega je potreba masline za vodom izraženija (Stefanoudaki i sur., 2009). Turnus navodnjavanja je u periodu, od 21. srpnja do 3. kolovoza 2016. bio 4 dana, jer je tada intenzivniji rast mezokarpa i potreba za vodom veća, dok je u periodu od 3. kolovoza do 27. rujna, bio od 3 do 14 dana, ovisno o količini oborina koje su pale tijekom ovog razdoblja. Navodnjavanje je provedeno u 10 termina te je ukupno po stablu dodano 200 L vode.

Meteorološki podaci dobiveni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda, mjerne postaje Poreč koja se nalazi u sklopu nasada maslina.

Indeks zrelosti plodova (IZ) određen je prema metodologiji Međunarodnog savjeta za masline (IOC, 2011.). Nakon berbe plodova oko 0,5 kg plodova je samljeveno u pastu na laboratorijskom mlinu čekićaru MM-100 (MC2, Ingeniería y sistemas, S.L., Španjolska) kroz sito promjera rupa 4,5 mm. Samljevena pasta osušena je u sušioniku na  $80 \pm 2$  °C do konstantne mase.

Udio vode dobiven je na temelju razlike mase svježe i suhe paste.

Udio ulja u suhoj pasti određen je na Soxtec uređaju model 2055 (FOSS Analytical, Danska) prema Brkić i sur. (2006.), a udio ulja na svježju tvar računski je dobiven na temelju udjela vode i udjela ulja u suhoj pasti maslina.

Za statističku obradu je korištena je jednosmjerna analiza varijance i Tukey HSD test ( $p < 0,05$ ). Podaci su statistički obrađeni u programu Statistica, ver. 13 (StatSoft, Tulsa, SAD).

## Rezultati i rasprava

Udio vode u plodu masline nije bio signifikantno različit ovisno o primjeni navodnjavanja, no *Ascolana tenera* je sadržavala više vode u plodu u odnosu na *Leccino* i *Leccio del Corno* (Tablica 1).



Kao i u ovom istraživanju, D'Andria i sur. (2004.) također nisu utvrdili signifikantnu razliku u udjelu ulja u suhoj tvari između navodnjavanih tretmana sorte *Ascolana tenera* iako se uz primijenjeno navodnjavanje u njihovom istraživanju udio ulja u suhoj tvari povećavao, a u našem kod iste sorte smanjivao (Tablica 1).

Udio ulja u svježoj tvari nije se razlikovao u odnosu na primijenjeni tretman, a slične su podatke kod sorte *Kalamata* dobili Patumi i sur. (2002.).

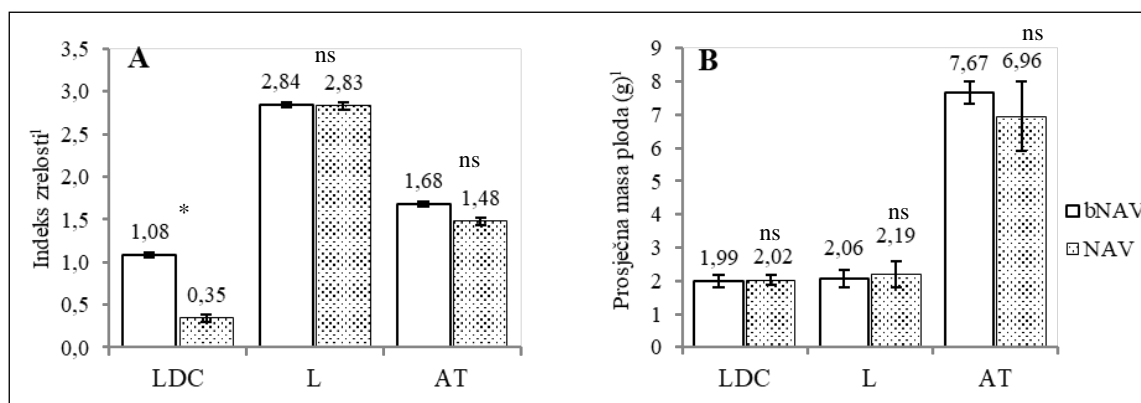
Tablica 1. Udio vode te ulja na suhu i svježju tvar ovisno o sorti *Leccio del Corno* (LDC), *Leccino* (L), *Ascolana tenera* (AT) i tretmanu bez navodnjavanja (bNAV) i navodnjavanju (NAV)

sorta	udio vode (%)			udio ulja u suhoj tvari (%)			udio ulja u svježoj tvari (%)		
	bNAV <sup>1</sup>	NAV	sig <sup>2</sup>	bNAV	NAV	sig	bNAV	NAV	sig
LDC	52,4±1,8	57,2±4,9	ns	39,4±4,4	36,6±2,4	ns	20,6±1,6	20,9±0,9	ns
L	53,5±1,4	53,4±3,0	ns	32,0±2,0	28,5±1,9	ns	17,1±1,2	15,2±1,1	ns
AT	66,3±1,4	66,1±0,4	ns	40,94±6,19	36,5±3,1	ns	27,2±4,7	24,1±2,1	ns

<sup>1</sup>podaci pokazuju srednje vrijednosti ± standardna devijacija (n=3); <sup>2</sup> signifikantnost: ns - nije signifikantna razlika između tretmana unutar jedne sorte (n=3, Tukey HSD test,  $p < 0,05$ )

Pojedini literaturni podaci pokazuju da primjena navodnjavanja utječe na sporije dozrijevanje plodova sorte *Leccino* (Gucci i sur., 2007.) te klona I-18 sorte 'Arbequina' (Grattan i sur., 2006.), dok Gómez-Rico i suradnici (2007.) nisu utvrdili razliku u dozrijevanju plodova sorte 'Cornicabra' ovisno o tretmanu navodnjavanja. U našem istraživanju utvrdili smo značajnu razliku između tretmana kod sorte *Leccio del Corno*, dok kod sorata *Ascolana tenera* i *Leccino* nije utvrđena značajna razlika (Grafikon 1A), što ukazuje da utjecaj navodnjavanja na dozrijevanje plodova ovisi o sorti.

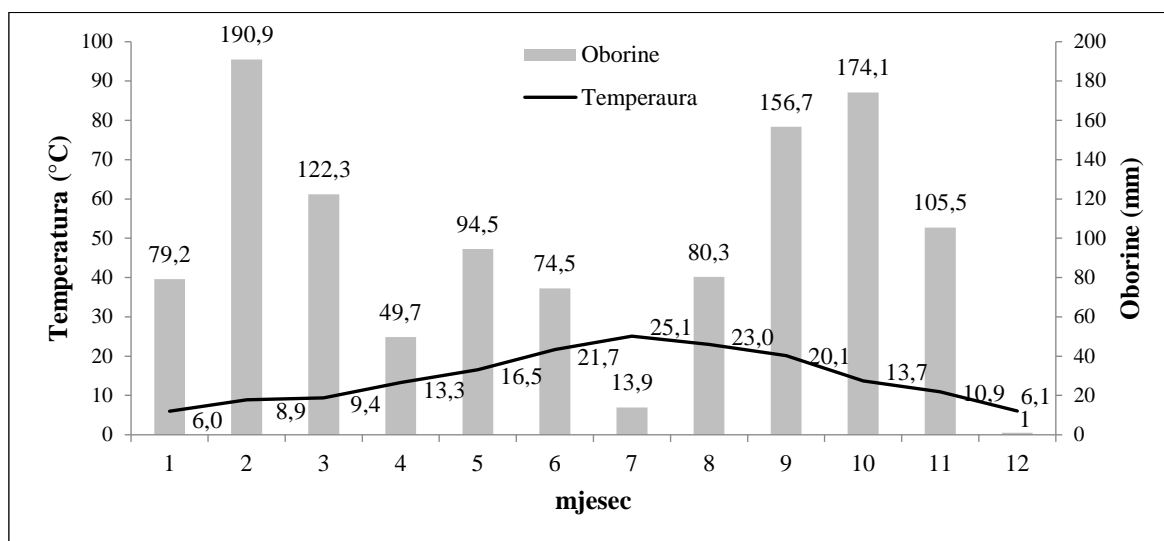
Navodnjavanje nije značajno utjecalo na povećanje prosječne mase ploda (Grafikon 1B) što odgovara rezultatima Gómez-Rico i suradnika (2007.), iako podaci nekih istraživanja govore da masa ploda uz primjenu navodnjavanja raste (Proietti i Antognozzi, 1996., d'Andria i sur., 2004., Servili i sur., 2007.).



Grafikon 1. Indeks zrelosti (A) i prosječna masa ploda (B) ovisno o sorti (LDC - Leccio del Corno, L - Leccino, AT - Ascolana tenera) i tretmanu (bNAV - bez navodnjavanja, NAV - navodnjavanje); 1ns - nije signifikantna razlika između tretmana unutar jedne sorte; zvjezdicom (\*) su označene signifikantne razlike između tretmana unutar jedne sorte (n=3, Tukey HSD test,  $p < 0,05$ )

Prethodno navedeni rezultati našeg istraživanja u kojima nije utvrđena signifikantna razlika između tretmana (udio vode, ulja u svježoj i suhoj tvari te prosječna masa ploda) mogu biti posljedica vremenskih prilika u 2016. Godini koju je karakterizirala velika količina oborina

u zimsko-proljetnom periodu. Zbog plitke obrade maslinika i razbijanja površinskog sloja tla u ljetnim mjesecima, voda akumulirana u tlu tijekom zime i proljeća očuvana je te je bila na raspolaganju stablima maslina tijekom ljeta (Grafikon 2).



Grafikon 2. Klimadijagram (1:2) za meteorološku postaju Poreč za 2016. godinu

## Zaključak

Na temelju jednogodišnjeg istraživanja moguće je zaključiti da primijenjeno navodnjavanje u godinama s dovoljnom količinom oborina ne utječe na viši udio ulja u suhoj i svježoj tvari te na višu prosječnu masu ploda. Utjecaj navodnjavanja na dozrijevanje plodova ovisan je o sorti. Navodnjavanje je utjecalo na sporije dozrijevanje plodova sorte *Leccio del Corno*, dok kod sorata *Ascolana tenera* i *Leccino* primjena navodnjavanja nije utjecala na dinamiku dozrijevanja plodova.

U klimatskim uvjetima Istre na srednje dubokim i dubokim crvenicama primjena navodnjavanja nije nužna, već je samo interventno potrebna u ekstremno sušnim i toplim godinama. Za potvrdu rezultata ovog istraživanja potrebno je provesti višegodišnje istraživanje na različitim lokacijama i sortama.

## Napomena

U radu je objavljen dio rezultata diplomskog rada Lucije Zović „Utjecaj navodnjavanja na rodnost, randman ulja i dinamiku rasta ploda triju sorata masline na kolekciji u Poreču“.

## Literatura

- Brkić K., Radulović M., Sladonja B., Lukić I., Šetić E. (2006). Application of Soxhlet apparatus for oil content determination in olive fruit. *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*. 83 (3): 115-119.
- D'Andria R., Lavini A., Morelli G., Patumi M., Terenziani S., Calandrelli D., Fragnito F. (2004). Effects of water regimes on five pickling and double aptitude olive cultivars (*Olea europaea* L.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 79 (1): 18-25
- EAFRD - The European Agricultural Fund for Rural Development (2015). Program ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. - 2020. Raspoloživo: [http://www.mps.hr/ipard/UserDocsImages/Postpristupno\\_razdoblje\\_EAFRD/PRR\\_2014-2020\\_finalna\\_inačica\\_HR/PRR\\_RH\\_2014-2020\\_v1.4\\_finalna\\_inačica.pdf](http://www.mps.hr/ipard/UserDocsImages/Postpristupno_razdoblje_EAFRD/PRR_2014-2020_finalna_inačica_HR/PRR_RH_2014-2020_v1.4_finalna_inačica.pdf)
- FAOSTAT (2017). Food and agriculture data. Rim, Italija: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Raspoloživo: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

- Gajić-Čapka M., Cindrić K., Pasarić Z. (2015). Trends in precipitation indices in Croatia, 1961-2010. *Theoretical and Applied Climatology*. 121 (1-2): 167-177
- Gómez-Rico A., Salvador M. D., Moriana A., Pérez D., Olmedilla N., Ribas F., Fregapane G. (2007). Influence of different irrigation strategies in a traditional Cornicabra cv. olive orchard on virgin olive oil composition and quality. *Food Chemistry*. 100 (2): 568-578
- Grattan S.R., Berenguer M.J., Connell J.H., Polito V.S., Vossen P.M. (2006). Olive oil production as influenced by different quantities of applied water. *Agricultural Water Management*. 85 (1-2): 133-140
- Gucci R., Lodolini E., Rapoport H. F. (2007). Productivity of olive trees with different water status and crop load. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 82 (4): 648-656
- IOC (2011). Guide for the determination of the characteristics of oil-olives. COI/OH/Doc. No 1. International olive council (Međunarodni savjet za masline). Raspoloživo: <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/222-standards>
- Krapac M., Zović L., Benčić Đ., Ban D. (2016). Utjecaj navodnjavanja na dinamiku rasta i uroda plodova maslina. Objavljeno u *Hidrotehničke melioracije u Hrvatskoj - stanje i izazovi*. Biondić D., Holjević D., Vizner M. (ed.), 247-251. Višnjica kod Slatine, Hrvatska: Hrvatske vode.
- Patumi M., d'Andria R., Marsilio V., Fontanazza G., Morelli G. Lanza B. (2002). Olive and olive oil quality after intensive monocone olive growing (*Olea europaea* L., cv. Kalamata) in different irrigation regimes. *Food Chemistry*. 77 (1): 27-34
- Proietti P., Antognozzi E. (1996) Effect of irrigation on fruit quality of table olives (*Olea europaea*), cultivar Ascolana Tenera. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 24 (2): 175-181
- RH (2014). Sixth national communication and first biennial report of the Republic of Croatia under the United Nations framework convention on climate change (UNFCCC). Raspoloživo: [https://unfccc.int/files/national\\_reports/annex\\_i\\_natcom/\\_application/pdf/hrv\\_nc6.pdf](https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/_application/pdf/hrv_nc6.pdf)
- Servili M., Esposito S., Lodolini E., Selvaggini R., Taticchi A., Urbani S., Montedoro G., Serravalle M., Gucci R. (2007). Irrigation effects on quality, phenolic composition, and selected volatiles of virgin olive oils cv. Leccino. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55 (16): 6609-6618
- Stefanoudaki E., Williams M., Chartzoulakis K., Harwood J. (2009). Effect of irrigation on quality attributes of olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57 (15): 7048-7055

## **Influence of the irrigation on the fruit ripening and olive oil content in the olive fruit**

### **Abstract**

The research on the influence of irrigation on the olive (*Olea europaea* L.) fruit ripening and olive oil content have been conducted on three olive cultivars: *Ascolana tenera*, *Leccino* and *Leccio del Corno* in the two treatments: irrigation and rain-fed. It was measured the average fruit weight and ripening index, and olive oil content on dry and fresh weight was determined. Obtained data show that irrigation had no a significant influence on the water content and on the olive oil content on the dry and fresh weight and the average fruit weight. The influence of the irrigation on the ripening process was cultivar dependent. The fruits of *Leccio del Corno* cultivar ripened later in the irrigated treatment, while on *Ascolana tenera* and *Leccino* cultivars irrigation had no influence on dynamic of fruit ripening.

**Key words:** olive, irrigation, fruit ripening, olive oil content, fruit weight

## Energetska svojstva orezane biomase važnijih voćarskih kultura u kontinentalnoj Hrvatskoj

Tajana Krička<sup>1</sup>, Nikola Bilandžija<sup>1</sup>, Alan Antonović<sup>2</sup>, Vanja Jurišić<sup>1</sup>, Ana Matin<sup>1</sup>, Neven Voća<sup>1</sup>, Mateja Grubor<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska (tkricka@agr.hr)

<sup>2</sup> Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Istraživanje energetske vrijednosti biomase dobivene rezidbom voćaka predstavlja dodatni potencijal u voćarskoj proizvodnji. U ovom radu istražene su negorive i gorive tvari, strukturalna svojstva te ogrjevnosti vrijednosti biomase jabuke, kruške i šljive. Dobiveno je da najmanju količinu pepela sadrži biomasa šljive (2,11%), dok najviše pepela ima biomasa jabuke (4,53%). Kod toga je donja ogrjevnost približno jednaka i kretala se oko 16 MJ/kg. Strukturna svojstva ukazuju da bi biomasa kruške bila bolje iskoristiva kao kruto gorivo, dok biomasa jabuke kao tekuće gorivo. Biomasa šljive mogla bi se koristiti kao sirovina za proizvodnju obje vrste goriva.

**Ključne riječi:** energetska svojstva, orezana biomasa, jabuka, kruška, šljiva

### Uvod

Danas, jedan od najvećih izazova u EU je kako osigurati ekološki prihvatljivu opskrbu energijom, koju uz to podržavaju i lokalna područja. Temeljem toga EU već desetak godina provodi tzv. "Europski klimatsko-energetski paket" gdje svaka članica mora predstavljati svoje nacionalne planove kojima trebaju objasniti kako ostvaruju ciljeve vezane uz energiju i zaštitu okoliša. U Hrvatskoj pokazalo se, temeljem nacionalnih akcijskih planova (NN 100/2015), da će daljnji razvoj korištenja biomase biti temeljni korak za ostvarivanje daljnjih ciljeva prema EU. Po definiciji biomasa je biorazgradivi dio proizvoda, otpada i ostatka iz poljoprivrede, šumarstva i drvne industrije. Pod tim pojmom podrazumijevaju se različite vrste organskog materijala, s energetsom vrijednošću koja je podložna pretvorbi u toplinu ili u gorivo (Direktiva 2009/28/EC). Korištenje biomase postaje sve važnije jer njezinim korištenjem ne povećava se udio ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>) u zraku, a izgaranjem se znatno smanjuje količina dušičnog oksida (NO) i sumpornog dioksida (SO<sub>2</sub>) (Cuiping i sur. 2004). Jedan od takvih ostataka su i ostaci nakon rezidbe voćaka. Rezidba voćaka je obavezna agrotehnička mjera koja je usklađena s biološkim svojstvima svake vrste, kao i sorte. U suvremenim sustavima uzgoja nasada, rezidba se obavlja tijekom mirovanja vegetacije (rezidba u mirovanju) i tzv. zelenom rezidbom (Radojević i sur., 2007). Isti autori navode da kod toga prosječno po hektaru ima 500 stabala šljiva, a u ovisnosti o sorti po stablu tijekom rezidbe u mirovanju 5,79-9,56 kg. Broj stabala jabuke iznosio je 2190/ha, a u ovisnosti o sorti tijekom rezidbe u mirovanju količina biomase po stablu iznosila je 1,19-1,82 kg (Radojević i sur., 2007). U Hrvatskoj prosječni broj stabala jabuke po hektaru iznosi 2375, a količina biomase tijekom rezidbe u mirovanju po stablu prosječno 2,34 kg. Broj stabala kruške po hektaru iznosi 2375, a količina biomase po stablu 2,44 kg, dok broj stabala šljive iznosi 280, a količina biomase 7,34 kg (Bilandžija i sur., 2012).

Kako bi se mogle usporediti energetske vrijednosti istraživane biomase, neophodno je istražiti distribuciju čestica, negoriva i goriva svojstva, kao i strukturalna svojstva biomase te ogrjevnost.

U negorive tvari ubrajaju se vlaga, pepeo, fiksirani ugljik, koks i dušik, a u gorive tvari ugljik, vodik, kisik, sumpor te gorive i hlapljive tvari.

Strukturalna svojstva biomase valoriziraju lignocelulozni sastav, odnosno celulozu, hemicelulozu i lignin (Bilandžija, 2014).

Kako na ogrjevnu vrijednost utječu vlažnost biomase, kao i kemijski sastav, razlikuju se gornja i donja ogrjevna vrijednost koje definiraju sadržaj energije goriva (Telmo i sur., 2010).

Cilj ovog rada je utvrditi količinu negorivih i gorivih tvari te strukturalna svojstva orezane biomase u mirovanju stabala jabuke, kruške i šljive te njihov sadržaj energije, kao i distribuciju čestica.

### Materijali i metode

U istraživanju je korištena orezana biomasa stabala jabuke, kruške i šljive za vrijeme mirovanja, uzetih u Zagrebačkoj županiji.

Odmah nakon rezidbe te uzorkovaja četvrtanjem, određena je količina vlage u biomasi. Biomasa je nakon toga prirodno osušena te samljevena na "IKA MF 10" mlinu s prosječnim promjerom od <1 mm. Na samljevenim uzorcima ponovno je određena vlaga te je određena distribucija čestica (CEN/TS 15149-1:2009).

Energetska vrijednost orezane biomase jabuke, kruške i šljive provedena je temeljem standardnih energetske laboratorijskih analiza. Količina vlage (HRN EN 18134-2:2015), udio pepela (HRN EN ISO 18122:2015), udio koksa (EN 15148:2009), udio fiksiranog ugljika (EN 15148:2009), te dio hlapivih i gorivih tvari (EN 15148:2009).

Sadržaj ugljika, vodika, dušika, sumpora i kisika određen je pomoću CHNS analizatora prema protokolu HRN EN ISO 16948:2015, za dušik, ugljik i vodik prema HRN EN ISO 16994:2015 za sumpor, kisik je dobiven računski u skladu s gornjim protokolom.

Istraživanim uzorcima biomase određena je gornja ogrjevna vrijednost korištenjem standardne HRN EN 14918:2010 metode pomoću adijabatskog kalorimetra, a donja ogrjevna vrijednost dobivena je računski.

### Rezultati i rasprava

Nakon rezidbe i četvrtanja orezane biomase jabuke, kruške i šljive u Tablici 1 prikazana je prosječna vlaga ulaznih i osušenih uzoraka.

Tablica 1. Vlaga ulazne i osušene orezane biomase jabuke, kruške i šljive

PARAMETRI ANALIZE	UZORAK		
	Jabuka	Kruška	Šljiva
Vlaga ulazne biomase (%)	34,54 <sup>b</sup> ± 0,56	41,79 <sup>a</sup> ± 0,78	28,49 <sup>c</sup> ± 0,46
Vlaga osušene biomase (%)	6,69 <sup>c</sup> ± 0,16	8,08 <sup>a</sup> ± 0,12	7,87 <sup>b</sup> ± 0,10

Neposredno nakon rezidbe prosječna vlažnost uzoraka orezane biomase jabuke, kruške i šljive kretala se od 6,69 do 8,08 %, što je u skladu sa Bilandžijom i sur. (2012).

Nakon sušenja uzorci su samljeveni i dobivena je distribucija čestica orezane biomase (Tablica 2.)

Tablica 2. Distribucija čestica orezane biomase

POROZITET SITA	UZORAK		
	Jabuka	Kruška	Šljiva
2 mm	0,09	0,06	0,13
1,25 mm	0,33	0,47	0,35
630 $\mu$ m	10,69	9,69	2,26
300 $\mu$ m	44,43	45,51	38,36
160 $\mu$ m	22,64	23,28	32,17
Dno	21,81	20,99	26,73

Utvrđeno je da je najviše čestica između 300 i 160  $\mu$ m i to kod sve tri kulture, što je i potvrđeno od autora Grubor i sur. (2015).

U Tablici 3. prikazane su negorive tvari orezane biomase.

Tablica 3. Negorive tvari orezane biomase

PARAMETRI ANALIZE	UZORAK		
	Jabuka	Kruška	Šljiva
Vlaga (%)	6,69 <sup>c</sup> $\pm$ 0,16	8,08 <sup>a</sup> $\pm$ 0,12	7,87 <sup>b</sup> $\pm$ 0,10
Pepeo (%)	4,53 <sup>a</sup> $\pm$ 0,12	3,44 <sup>b</sup> $\pm$ 0,14	2,11 <sup>c</sup> $\pm$ 0,08
Fiksirani ugljik (%)	9,98 <sup>c</sup> $\pm$ 0,06	10,16 <sup>b</sup> $\pm$ 0,10	11,14 <sup>a</sup> $\pm$ 0,12
Koks (%)	15,56 <sup>a</sup> $\pm$ 0,06	14,80 <sup>b</sup> $\pm$ 0,10	14,38 <sup>c</sup> $\pm$ 0,12
Dušik (%)	0,72 <sup>b</sup> $\pm$ 0,02	0,96 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04	0,61 <sup>c</sup> $\pm$ 0,04

Kako je pepeo jedan od najznačajnijih pokazatelja i njegova vrijednost trebala bi biti što niža. Iz Tablice 3. može se utvrditi da najmanju količinu pepela sadrži orezana biomasa šljive (2,11 %), a najveću jabuka (4,53 %), što potvrđuju i Telmo i sur. (2010) te Parikh i sur. (2005). Isti autori potvrđuju i ostale dobivene rezultate negorivih tvari (fiksirani ugljik, koks i dušik).

U Tablici 4. prikazane su vrijednosti gorivih tvari.

Tablica 4. Gorive tvari orezane biomase

PARAMETRI ANALIZE	UZORAK		
	Jabuka	Kruška	Šljiva
Ugljik (%)	46,52 <sup>b</sup> $\pm$ 1,02	46,39 <sup>b</sup> $\pm$ 0,98	49,62 <sup>a</sup> $\pm$ 1,21
Vodik (%)	6,61 <sup>a</sup> $\pm$ 0,21	6,14 <sup>b</sup> $\pm$ 0,18	5,43 <sup>c</sup> $\pm$ 0,14
Sumpor (%)	0,19 <sup>b</sup> $\pm$ 0,02	0,23 <sup>a</sup> $\pm$ 0,02	0,10 <sup>c</sup> $\pm$ 0,01
Kisik (%)	45,96 <sup>a</sup> $\pm$ 1,18	46,28 <sup>a</sup> $\pm$ 0,56	44,24 <sup>b</sup> $\pm$ 0,89
Hlapiva tvar (%)	78,79 <sup>a</sup> $\pm$ 2,64	78,32 <sup>b</sup> $\pm$ 2,06	78,88 <sup>a</sup> $\pm$ 2,42
Goriva tvar (%)	88,78 <sup>b</sup> $\pm$ 1,94	88,48 <sup>c</sup> $\pm$ 2,12	90,02 <sup>a</sup> $\pm$ 2,30

Sumpor kao jedan od najznačajnijih elementa gorivih tvari iznosio je od 0,10 do 0,23 %, što je u okvirima literaturnih navoda (Gaur i Reed, 1998; Krička i sur., 2010). Također, isti autori potvrđuju dobivene rezultate ostalih gorivih tvari (ugljika, vodika, kisika, hlapivih i gorivih tvari).

U Tablici 5. prikazane su srednje ogrjevne vrijednosti orezane biomase

Tablica 5. Ogrjevna vrijednost orezane biomase

PARAMETRI ANALIZE	UZORAK		
	Jabuka	Kruška	Šljiva
Gornja ogrjevna vrijednost (MJ/kg)	17,29 <sup>b</sup> ± 0,38	17,12 <sup>b</sup> ± 0,21	17,71 <sup>a</sup> ± 0,34
Donja ogrjevna vrijednost (MJ/kg)	15,85 <sup>b</sup> ± 0,38	15,78 <sup>b</sup> ± 0,21	16,53 <sup>a</sup> ± 0,34

Donja ogrjevna vrijednost istraživane orezane biomase kretale su se od 15,78 kod kruške do 16,53 MJ/kg kod šljive, što je u skladu s navodima Bilandžija i sur. (2012).

U tablici 6. dati je prikaz strukturalnih svojstava, odnosno lignocelulozni sastav orezane biomase.

Tablica 6. Lignocelulozni sastav orezane biomase

PARAMETRI ANALIZE	UZORAK		
	Jabuka	Kruška	Šljiva
Celuloza (%)	32,93 <sup>c</sup> ± 2,11	30,27 <sup>b</sup> ± 2,06	35,84 <sup>a</sup> ± 1,93
Hemiceluloza (%)	23,07 <sup>a</sup> ± 2,48	21,84 <sup>b</sup> ± 0,67	20,10 <sup>c</sup> ± 1,54
Lignin (%)	23,88 <sup>c</sup> ± 2,30	30,68 <sup>a</sup> ± 1,82	29,23 <sup>b</sup> ± 1,64

Približno jednaku količinu celuloze i hemiceluloze imala je orezana biomasa jabuke i šljive, dok nešto manju kruška, ali je kod nje nešto povećani lignin, što potvrđuje Antonović i sur. (2016).

### Zaključak

Temeljem vlastitih istraživanja energetske svojstava orezane biomasa jabuke, kruške i šljive može se utvrditi da, pri srednjoj veličini čestica, vrijednost negorivih tvari orezane biomase kretala se u okvirima literaturnih navoda, kod toga je najbolje karakteristike imala orezana biomasa šljive.

Također, gorive tvari, kao i ogrjevne vrijednosti orezane biomase potvrdile su najbolja energetska svojstva kod biomase šljive.

Parametri strukturalnog sastava ukazuju da se ova biomasa može koristiti za proizvodnju krutih, ali i tekućih biogoriva.

### Napomena

Ovo istraživanje financirala je Hrvatska zaklada za znanost, u okviru projekta br. 3328, "Converting waste agricultural biomass and dedicated crops into energy and added value products – bio-oil and biochar production".

### Literatura

- Antonović A., Krička T., Matin A., Jurišić V., Bilandžija N., Voća N., Stanešić J. (2016). Biochar quantification and its properties in relation to the raw material. Proceedings of 51st Croatian and 11th International Symposium on Agriculture, 445-449.
- Bilandžija N. (2014): Perspektiva i potencijal uzgoja kulture *Miscanthus x giganteus* u Republici Hrvatskoj. Inženjerstvo okoliša, 1(2): 81–87.
- Bilandžija N., Voća N., Krička T., Matin A., Jurišić V. (2012). Energy potential of tree pruned biomass in Croatia. Spanish Journal of Agricultural Research, 10: 292 – 298.
- CEN/TS 15149-1:2009. Solid biofuels - Methods for the determination of particle size distribution. Europska komisija za standardizaciju.

- Cuiping L., Chuangzhi W., Yanyongjie M., Haitao H. (2004). Chemical elemental characteristics of biomass fuels in China. *Biomass Bioenerg* 27: 119-130.
- EC (2009). Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009. Official Journal of the European Union, L 140/16.
- EN 15148:2009. Solid biofuels - Method for the determination of the content of volatile matter. Europska komisija za standardizaciju.
- Gaur S, Reed T. (1998). *Thermal Data for Natural and Synthetic Fuels*, Marcel Dekker, Colorado, United States.
- Grubor M., Krička T., Jurišić V., Matin A., Bilandžija N., Antonović A., Voća N. (2015). Iskoristivost slame žitarica za proizvodnju zelene energije, *Krmiva*, 57, 2: 63 – 68.
- HRN EN 14918:2010. Solid biofuels - Determination of calorific value. Europska komisija za standardizaciju.
- HRN EN 18134-2:2015. Solid biofuels - Methods for the determination of moisture content. Europska komisija za standardizaciju.
- HRN EN ISO 16948:2015. Solid biofuels - Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen. Europska komisija za standardizaciju.
- HRN EN ISO 16994:2015. Solid biofuels - Determination of total content of sulfur and chlorine. Europska komisija za standardizaciju.
- HRN EN ISO 18122:2015. Solid biofuels - Methods for the determination of ash content. Europska komisija za standardizaciju.
- Krička T., Bilandžija N., Jurišić V., Voća N., Matin A. (2012). Energy analysis of main residual biomass in Croatia. *African Journal of Agricultural Research*, 7(48), 6383-6388.
- Narodne Novine 100/2015 (2015). Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji. Hrvatski sabor, 18.9.2015.
- Parikha J, Channiwalab SA, Ghosal GK (2005). A correlation for calculating HHV from proximate analysis of solid fuels. *Fuel* 84:487- 94.
- Radojević R., Živković M., Urošević M., Radivojević D. (2007). Technological and technical aspects of using pruning residues of fruit trees and grapevine. *J Agric Technic Energy Agric* 11: 32-36.
- Telmo C., Lousada J., Moreira N. (2010). Proximate analysis, backwards stepwise regression between gross calorific value, ultimate and chemical analysis of wood. *Bioresource Technology*, 101: 3808 – 3815.

## Energy properties of major fruit crops pruned biomass from continental Croatia

### Abstract

Research on the biomass energy value obtained by fruit trees pruning is an additional potential in fruit production. In this paper non-combustible and combustible matters, the structural properties and the heating values of apples, pears and plums pruned biomass are investigated. It was obtained that the smallest amount of ash contains plum biomass (2.11%), while the highest contains apple biomass (4.53%). In this case, the lower heating value was approximately equal and it was about 16 MJ/kg. Structural properties suggest that pears biomass would be better utilized as solid fuel while apple biomass would be better utilized as a liquid fuel. Plum biomass could be used as a raw material for the production of both types of fuel.

**Key words:** energy properties, pruned biomass, apple, pear, plum



## Utjecaj pomoćnih tvari na učinkovitost procesa proizvodnje i *orto*-difenole djevičanskih maslinovih ulja autohtonih sorti

Valerija Majetić Germek<sup>1</sup>, Urška Kosić<sup>2</sup>, Toni Biskupović<sup>1</sup>, Luka Poturiček<sup>2</sup>, Olivera Koprivnjak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Braće Branchetta 20, Rijeka, Hrvatska  
(valerija.majetic@uniri.hr)

<sup>2</sup>Veleučilište u Rijeci, Carla Huguesa 6, Poreč, Hrvatska

### Sažetak

Cilj ovog rada bio je istražiti utjecaj pomoćnih tvari na pokazatelje uspješnosti procesa proizvodnje i na sadržaj *o*-difenola u djevičanskim maslinovim uljima autohtonih hrvatskih sorti 'Buža', 'Oblica' i 'Rosinjola'. Tijekom laboratorijske prerade plodova ispitivane su tri pomoćne tvari (talk, NaCl i CaCO<sub>3</sub>) koje su zasebno i u različitim masenim udjelima dodavane u maslinova tijesta istraživanih sorti. Kod 'Buže' i 'Oblice' sol je pokazala bolju učinkovitost u povećanju randmana i ekstraktabilnosti ulja u odnosu na talk i kalcijev karbonat. Primjena pomoćnih tvari kod 'Rosinjole' nije doprinjela boljoj ekstrakciji ulja. Dodatak soli značajno je povećao udio *o*-difenola u uljima 'Buže' i 'Rosinjole'.

**Ključne riječi:** djevičansko maslinovo ulje, autohtone sorte, pomoćne tvari, *o*-difenoli

### Uvod

Djevičanska maslinova ulja (DMU) proizvode se isključivo mehaničkim postupcima koji uključuju mljevenje, miješenje maslinovog tijesta i odvajanje ulja prešanjem ili centrifugiranjem. Izdvajanje ulja teže je kod određenih sorti (Beltran i sur., 2003.) zbog stvaranja emulzije i gela. Učinkovitost ekstrakcije ulja ovisi o udjelu vode, koloidnih tvari poput pektina te tvari s emulgirajućim djelovanjem poput proteina i fosfolipida (Canamasas, 2006.). Kako bi se pospješilo izdvajanje ulja, maslinovom se tijestu za vrijeme miješenja mogu dodati pomoćne tvari koje doprinose razbijanju emulzije ulja u vodi. U proizvodnji DMU najčešće se koristi mikronizirani talk, prirodni mineral (hidratizirani magnezijev silikat) velike gustoće i velike površine kojom adsorbira emulgirajuće tvari (proteine, pektinske polisaharide) za vrijeme miješenja maslinovog tijesta (Sadkaoui i sur., 2017.). Istraživanje Cruz i suradnika (2007.) pokazalo je da dodatak kuhinjske soli povećava ekstraktabilnost kod španjolskih sorti te da potiče prelazak pigmenata i fenolnih tvari u ulje. Kalcijev karbonat potiče ujedinjavanje kapljica ulja u veće i olakšava ekstrakciju ulja (Espinola i sur., 2009.). Ove tri pomoćne tvari primijenjene su u procesu prerade plodova kod sve tri autohtone sorte s ciljem utvrđivanja utjecaja na pokazatelje uspješnosti prerade i *o*-difenole, fenolne tvari s najjačim antioksidacijskim djelovanjem.

### Materijal i metode

#### Plodovi maslina

Za izradu ovog rada korišteni su ručno ubrani plodovi autohtonih sorti maslina: 'Buža', 'Oblica' i 'Rosinjola' uzgojenih na istarskom području (Vodnjan i Buje). Prerada u ulje provedena je neposredno nakon berbe plodova u listopadu 2014. godine. Stupanj zrelosti maslina određen je prema metodi Međunarodnog vijeća za masline (IOC, 2011.).

#### Proizvodnja ulja

Za proizvodnju uzoraka ulja korištena je laboratorijska uljara Abencor (MC2 Ingeniería y Sistemas s.l., Sevilla, Španjolska) koja se sastoji od mlina čekićara, termostatiranih vertikalnih mješalica i centrifuge. Pojedinačna prerada unutar svakog tretmana pojedine sorte (tri različite

pomoćne tvari na dvije razine masenih udjela: talk 1,5% i 3,0%, kuhinjska sol 1,5% i 3,0% te kalcijev karbonat 0,25% i 0,75%) sastojala se od mljevenja 1 kg plodova od čega je 750 g maslinovog tijesta preneseno u posudice od inoksa za miješenje uz dodatak jedne od pomoćnih tvari. Uzorci tijesta zatim su homogenizirani i miješeni 45 min na 25 °C, te su centrifugirani 70 sekundi na 3500 o/min. Kontrolni uzorci svake sorte pripremljeni su bez dodatka pomoćne tvari. Za svaki tretman i kontrolne uzorke provedena su dva postupka prerade. Po završetku prerade, dobiveno ulje je odijeljeno od biljne vode i preneseno u staklene epruvete s čepom na navoj koje su s uzorcima maslinovih tijesta i komine čuvani u zamrzivaču na temperaturi od -25 °C do trenutka analize. Svi analitički postupci provedeni su u dva ponavljanja.

### **Određivanje udjela vode i suhe tvari maslinovog tijesta i komine**

Udio vode i suhe tvari u maslinovom tijestu i komini određen je gravimetrijski, sušenjem uzoraka na 70 °C do konstantne mase.

### **Određivanje udjela ulja u maslinovom tijestu i komini**

Udjel ulja u maslinovom tijestu i komini određen je ekstrakcijom ulja iz osušenih uzoraka poluautomatskim Soxtec uređajem (Brkić i sur., 2006.). Na temelju dobivene mase ulja računati su udjeli ulja u svježem tijestu, suhom tijestu i komini te ekstraktabilnost (postotak izdvojenog ulja od ulja sadržanog u plodu).

### **Određivanje udjela *o*-difenola u DMU**

Ekstrakcija i određivanje udjela *o*-difenola iz uzoraka maslinovih ulja provedena je prema metodi koju su opisali Cert i suradnici (2007.).

### **Statistička analiza rezultata**

Da bi se utvrdio utjecaj pomoćnih tvari na ekstraktabilnost, udio ulja u komini i udio *o*-difenola provedena je jednosmjerna analiza varijance (*one-way* ANOVA) računalnim programom Statistica 13 (StatSoftInc., Tulsa, SAD).

## **Rezultati i rasprava**

U ovom radu istražena je primjena tri pomoćne tvari u proizvodnji DMU autohtonih sorti s ciljem poboljšanja prinosa ulja i nutritivne vrijednosti. Karakteristike istraživanih sorti prikazane su u Tablici 1. Plodovi 'Buže' i 'Rosinjole' imali su sličan stupanj zrelosti (3,6 odnosno 3,5) i visok udio ulja u suhoj tvari ploda (42,0% odnosno 42,6%). Plodovi 'Oblice' sadržavali su 31,4% ulja u suhoj tvari što je statistički značajno niže u odnosu na 'Bužu' i 'Rosinjolu'. Sve tri sorte imale su visok udio vode u plodu i nizak udio bezmasne suhe tvari. U ovakvim uvjetima, kada je udio vode u tijestu veći od 55%, a udio bezmasne suhe tvari nizak (< 25%) stvara se emulzija, tj. „teško“ tijesto kod kojeg je ekstrakcija ulja otežana (Aguilera i sur., 2010.). Upravo se kod ovakvih tijesta preporučuje dodatak pomoćnih tvari (IOC, 2011.).

Učinkovitost procesa proizvodnje može se iskazati pomoću nekoliko pokazatelja. Najčešće su to randman ulja, ekstraktabilnost i udio ulja zaostalog u suhoj tvari komine (Tablica 2). Za razliku od randmana koji predstavlja masu ulja dobivenu iz 100 kg ploda, ekstraktabilnost govori o uspješnosti izdvajanja ulja od ukupne količine ulja sadržanog u plodu (Beltran i sur., 2003.). Randman je bio najveći kod 'Rosinjole' (10,7%), dok je kod 'Oblice' i 'Buže' bio niži (6,6% i 3,2%; Tablica 2).

Talk kao pomoćna tvar u proizvodnji DMU može povećati ekstraktabilnost, budući da svojom velikom površinu adsorbira emulgirajuće tvari s površine kapljica ulja i olakšava izdvajanje ulja spajanjem kapljica u veće (Canamasas, 2006.). Dodatak talka (1,5% i 3,0%) povećao je ekstraktabilnost za 13,1% odnosno 10,7% kod 'Buže' i za 12,8% odnosno 13,5% kod 'Oblice' u odnosu na kontrolne uzorke. Međutim, to povećanje ekstraktabilnosti nije dovelo do statistički značajnog smanjenja udjela ulja u komini (Tablica 2). Kod 'Rosinjole', dodatkom 1,5% talka došlo je do statistički značajnog smanjenja ekstraktabilnosti (za 10,8% manje u odnosu na kontrolu). Aguilera i suradnici (2010.) navode da učinak talka može biti ograničen kada sorta ili stupanj zrelosti tj. karakteristike tijesta omogućuju visoku ekstraktabilnost.

Tablica 1. Stupanj zrelosti, udjeli (%) vode, ulja i bezmasne suhe tvari u plodovima sorti 'Buža', 'Oblica' i 'Rosinjola'

Sorta	Stupanj zrelosti	% vode*	% ulja u svježem plodu*	% bezmasne s. t. u plodu*	% ulja u s. t. ploda*
Buža	3,6	69,7±0,8 a	24,7±0,9 b	5,5±0,6 c	42,0±1,4 a
Oblica	2,3	56,6±0,4 c	20,0±0,8 c	23,3±0,3 a	31,4±1,1 b
Rosinjola	3,5	60,9±0,3 b	26,5±0,5 a	12,6±0,6 b	42,6±0,9 a

\* Rezultati su prikazani kao srednje vrijednosti ± standardna devijacija (n = 4: 2 postupka prerade × 2 analitička postupka). Srednje vrijednosti označene različitim malim slovima u istom stupcu označavaju statistički značajne razlike između sorti (Tukeyev test, p < 0,05).

Dodatakom soli maslinovom tijestu povećava se gustoća i elektrostatska nabijenost vodene faze što olakšava izdvajanje ulja centrifugiranjem (Cruz i sur., 2007.). Sol (3,0%) je statistički značajno povećala ekstraktabilnost kod 'Buže' i 'Oblice' (za 31,7% odnosno 35,5% u odnosu na kontrolu). Kod 'Rosinjole' je dodatak 3,0% soli povećao ekstraktabilnost (za 5%) i smanjio udio ulja zaostalog u komini (za 10%) u odnosu na kontrolne uzorke. Za razliku od istraživanja Cruza i suradnika (2007.) koje je pokazalo bolju učinkovitost talka od soli, u ovom istraživanju bolje rezultate je pokazala sol, osobito kod 'Buže' i 'Oblice'.

Kalcijev karbonat potiče koalescenciju tj. spajanje manjih kapljica ulja u veće čime olakšava izdvajanje ulja (Espinola i sur., 2009.). Kalcijev karbonat povećao je ekstraktabilnost ali bez statističke značajnosti (Tablica 2). Do najvećeg povećanja ekstraktabilnosti (za 24%) došlo je kod 'Buže' kojoj je dodano 0,75% CaCO<sub>3</sub>. Osim povećanja prinosa ulja, Espinola i suradnici (2009.) ističu i prednost primjene CaCO<sub>3</sub> budući da povećava bistroću ulja.

Tablica 2. Pokazatelji uspješnosti prerade sorti 'Buža', 'Oblica' i 'Rosinjola' uz dodatak pomoćnih tvari

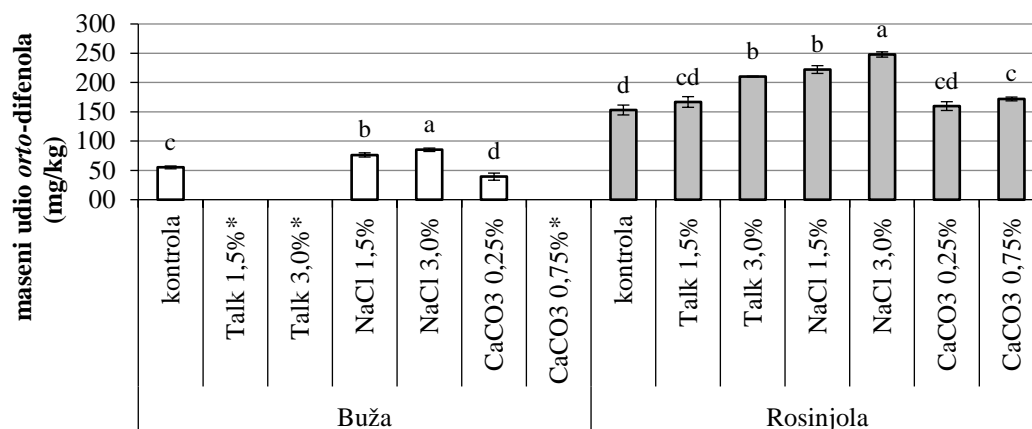
Sorta	Pomoćna tvar	Randman ulja (%)*	Ekstraktabilnost (%)#	Udio ulja (%) u s. t. komine#
Buža	Kontrola	3,2	29,0±3,5 b	29,8±1,4 a
	Talk 1,5%	3,8	32,8±5,0 ab	27,9±1,9 a
	Talk 3,0%	4,4	32,1±2,7 ab	29,0±1,7 a
	NaCl 1,5%	4,2	32,3±1,9 ab	28,7±0,9 a
	NaCl 3,0%	4,5	38,2±5,2 a	27,6±2,0 a
	CaCO <sub>3</sub> 0,25%	3,8	31,4±1,4 ab	30,8±1,1 a
	CaCO <sub>3</sub> 0,75%	3,5	35,9±2,0 ab	28,3±1,3 a
Oblica	Kontrola	6,6	45,1±2,9 b	17,2±0,5 a
	Talk 1,5%	6,8	50,9±1,7 ab	15,8±0,4 ab
	Talk 3,0%	7,0	51,2±7,2 ab	14,8±1,9 ab
	NaCl 1,5%	8,2	57,4±6,8 ab	13,7±2,4 ab
	NaCl 3,0%	8,2	61,1±1,3 a	12,5±0,3 b
	CaCO <sub>3</sub> 0,25%	7,4	51,8±8,2 ab	14,5±2,1 ab
Rosinjola	CaCO <sub>3</sub> 0,75%	6,3	49,9±8,3 ab	15,7±2,4 ab
	Kontrola	10,7	61,2±3,1 ab	16,5±1,0 bc
	Talk 1,5%	10,1	54,6±2,0 c	19,3±0,6 a
	Talk 3,0%	9,2	57,1±1,4 bc	18,8±1,2 ab
	NaCl 1,5%	10,4	60,1±2,8 abc	16,8±0,9 bc
	NaCl 3,0%	10,9	64,3±2,5 a	14,9±1,4 c
	CaCO <sub>3</sub> 0,25%	10,5	64,5±3,3 a	16,0±1,3 c
CaCO <sub>3</sub> 0,75%	10,9	63,1±1,6 a	16,7±0,3 bc	

\* Rezultati predstavljaju srednju vrijednost dva određivanja. Randman (%) = masa ulja/ masa svježeg tijesta × 100

# Ekstraktabilnost = (udio ulja u s.t. tijesta – udio ulja u s.t. komine)/udio ulja u s. t. tijesta × 100

Rezultati su prikazani kao srednje vrijednosti ± standardna devijacija (n = 4: 2 postupka prerade × 2 analitička postupka). Srednje vrijednosti označene različitim malim slovima u istom stupcu unutar iste sorte, označavaju statistički značajne razlike između pomoćnih tvari (Tukeyev test, p < 0,05).

*O*-difenoli su skupina fenolnih spojeva u DMU, poput aglikona oleuropeina i hidroksitirosola, s izuzetno snažnim antioksidacijskim djelovanjem koje ostvaruju hvatanjem slobodnih radikala i keliranjem iona metala (El Riachy i sur., 2011.). Na Grafikonu 1 prikazani su maseni udjeli *o*-difenola u uljima 'Buže' i 'Rosinjole' proizvedenim uz dodatak pomoćnih tvari. Ulje 'Oblice' imalo je vrlo nizak udio *o*-difenola koji je bio ispod razine detekcije metode (< 30 mg/kg). Tijekom vegetacijskog razdoblja plodovi 'Oblice' bili su napadnuti maslinovom muhom pa je to mogući uzrok ovako niskog udjela *o*-difenola.



Grafikon 1. Maseni udjeli *o*-difenola u uljima sorti 'Buža' i 'Rosinjola' dobivenim uz dodatak pomoćnih tvari. Rezultati predstavljaju srednje vrijednosti četiri podatka (2 postupka prerade × 2 analitička postupka). Srednje vrijednosti označene različitim slovima unutar iste sorte statistički se značajno razlikuju (Tukeyev test,  $p < 0,05$ ). \* Vrijednosti ispod granice detekcije metode (< 30 mg/kg)

Udio *o*-difenola u ulju 'Buže' bio je nizak (55,1 mg/kg), a dodatkom 1,5% i 3,0% talka te 0,75% CaCO<sub>3</sub> došlo je do smanjenja ispod granice detekcije metode. Suprotan učinak talk (3,0%) je imao kod 'Rosinjole' gdje je statistički značajno povećao udio *o*-difenola. Dodatak soli statistički je značajno povećao udio *o*-difenola u uljima 'Buže' i 'Rosinjole' u odnosu na kontrolne uzorke. Otapanjem soli u vodenoj fazi tijesta smanjuje se topljivost fenola u vodi (Noubigh i sur., 2007.) što potiče njihov prelazak u ulje. U odnosu na talk i sol, CaCO<sub>3</sub> blago je povisio udio *o*-difenola u ulju 'Rosinjole', dok je u ulju 'Buže' statistički značajno snizio njihov udio.

## Zaključak

Od istraživanih pomoćnih tvari, najbolju učinkovitost u povećanju ekstraktabilnosti imala je primjena kuhinjske soli, osobito dodatak od 3,0%, u većoj mjeri kod sorti 'Buža' i 'Oblica' a u manjoj mjeri kod 'Rosinjole'. Iako je primjena CaCO<sub>3</sub> povećala ekstraktabilnost kod sve tri sorte, to povećanje nije bilo statistički značajno. Primjena soli (3,0%) statistički je značajno povećala udio *o*-difenola u uljima 'Buže' i 'Rosinjole' u odnosu na kontrolu, za 1,5 odnosno 1,6 puta.

## Napomena

Istraživanja neophodna za ovaj rad provedena su u sklopu znanstveno-istraživačke potpore Sveučilišta u Rijeci (projekt br. 13.06.1.4.50).

## Literatura

- Aguilera M.P., Beltran G., Sanches-Villasclaras S., Uceda M., Jimenez A. (2010). Kneading olive paste from unripe Picual fruits: I. Effect on oil process yield. *Journal of Food Engineering*. 97: 533-538.
- Beltran G., Uceda M., Jimenez A., Aguilera, M.P. (2003). Olive oil extractability index as a parameter for olive cultivar characterisation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83: 503-506.
- Brkić K., Radulović M., Sladonja B., Lukić I., Šetić E. (2006). Application of Soxtec apparatus for oil content determination in olive fruit. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*. 83: 115-119.
- Canamasas P. (2006). Use of coadjuvants in olive oil extraction. *Australian & New Zealand Olivegrower & Processor*. 3-4: 29-32.
- Cert A., Romero A., Cert R. (2007). Colorimetric method for the determination of *o*-diphenolic compound in olive oils, revised method. Instituto de la Grasa, Sevilla, Španjolska.
- Cruz S., Yousfi K., Perez A.G., Mariscal C., Garcia J.M. (2007). Salt improves physical extraction of olive oil. *European Food Research and Technology*. 225: 359-365.
- El Riachy M., Priego-Capote F., Leon L., Rallo L., Luque de Castro M.D. (2011). Hydrophilic antioxidants of virgin olive oil. Part 1: Hydrophilic phenols: A key factor for virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 113: 678-691.
- Espinola F., Moya M., Fernandez D.G., Castro E. (2009). Improved extraction of virgin olive oil using calcium carbonate as coadjuvant extractant. *Journal of Food Engineering*. 92: 112-118.
- IOC - International Olive Council (2011). COI/OH/Doc. No 1. Guide for the determination of the characteristics of oil-olives.
- Noubigh A., Abderrabba M., Provost E. (2007). Temperature and salt addition effects on the solubility behaviour of some phenolic compounds in water. *The Journal of Chemical Thermodynamics*. 39: 297-303.
- Sadkaoui A., Jiménez A., Pacheco R., Beltrán G. (2017). Micronized natural talc affects the proteins and pectic cell wall polysaccharides during 'Hojiblanca' virgin olive oil extraction. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 119, DOI 10.1002/ejlt.201600039

## **Influence of processing aids on indicators of the oil production effectiveness and *o*-diphenols of autochthonous virgin olive oils**

### **Abstract**

The aim of this study was to determine the influence of processing aids on indicators of the oil production effectiveness and content of *o*-diphenols of autochthonous Croatian virgin olive oils of 'Buža', 'Oblica' and 'Rosinjola' cultivars. During the laboratory oil processing, three processing aids (talc, NaCl and CaCO<sub>3</sub>) were added separately into olive pastes of each cultivar in different mass fractions. Salt showed better efficiency in increasing the oil yield and oil extractability, comparing to talc and calcium carbonate, in 'Buža' and 'Oblica' cultivars. Addition of processing aids to 'Rosinjola' has not improved oil extraction. Salt addition has significantly increased mass fraction of *o*-diphenols in 'Buža' and 'Rosinjola' oils.

**Key words:** virgin olive oil, autochthonous cultivars, processing aids, *o*-diphenols

## Morfološki sterilitet udomaćenih sorti masline otoka Ugljana

Šime Marcelić<sup>1</sup>, Kristijan Franin<sup>1</sup>, Branka Perinčić<sup>1</sup>, Tomislav Kos<sup>1</sup>, Andrija Finka<sup>1</sup>,  
Matija Ricov<sup>2</sup>, Đani Benčić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zadru, Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu, Trg kneza Višeslava 9., Zadar, Hrvatska (simemarcelic@unizd.hr)

<sup>2</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25., Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Pojava funkcionalno muških cvjetova kod maslina (*Olea europaea* L.) u literaturi se navodi kao jedan od razloga alternativne rodosti, a ovisi o vremenskim prilikama u godini te o sorti. Cilj rada je utvrditi duljinu cvata, broj cvjetova na cvatu i udio funkcionalno muških cvjetova kod pet udomaćenih sorata masline na otoku Ugljanu lokalnog naziva 'Drobnica', 'Karbunčela', 'Puljka', 'Puljižica' i 'Oštrica'. Rezultati jednogodišnjeg istraživanja (2016.) pokazali su da sorta Oštrica (41,25±1,95 mm) ima najveću duljinu cvata, a sorta Puljižica (26,84±2,06 mm) najmanju duljinu cvata. Najveći broj cvjetova po cvatu imala je sorta Karbunčela (21,24±3,38), a najmanji sorta Puljižica (12,50±0,47). Sorta s najvećim udjelom funkcionalno muških cvjetova je bila sorta Drobnica (75,88%), a najmanji udio je zabilježen kod sorte Karbunčele (18,31%).

**Ključne riječi:** COI, cvat, cvijet, maslina, sorta, Ugljan,

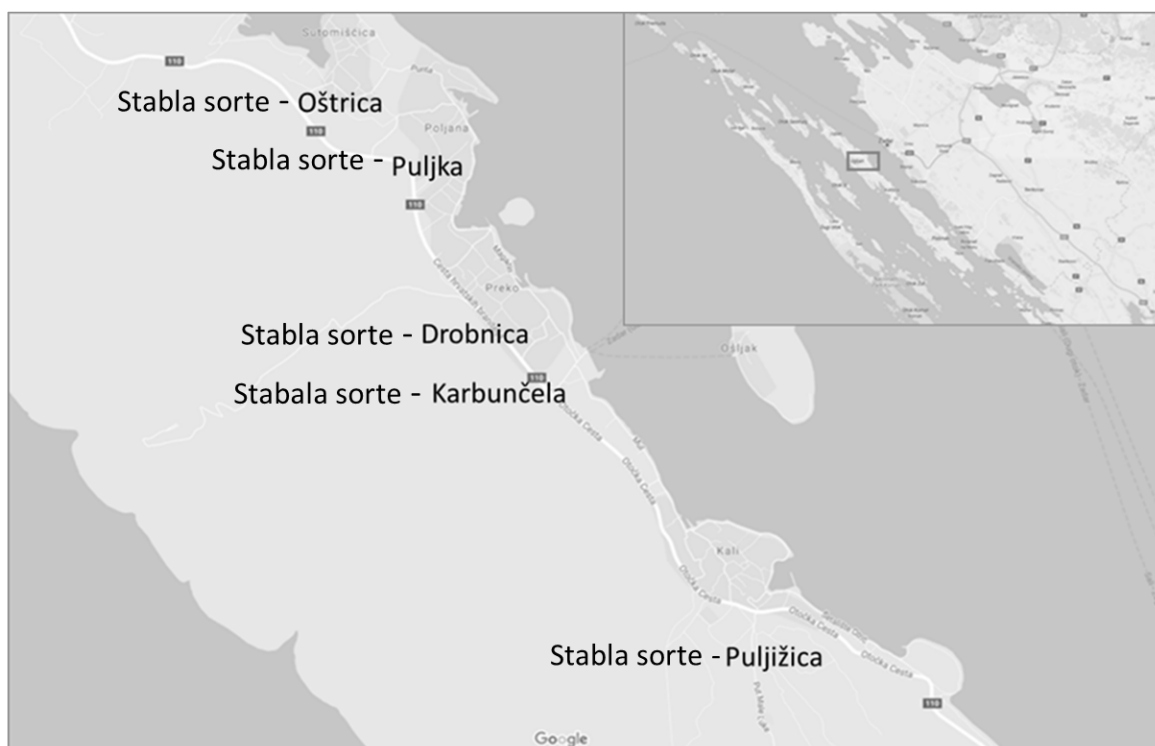
### Uvod

U Republici Hrvatskoj maslina (*Olea europaea* L.) ima dugu tradiciju uzgoja od preko 2000 godina (Benčić, 1991., Mesić, 2015., Šimunović, 2005.). Na otoku Ugljanu sačuvano je rimsko poljoprivredno dobro u sklopu kojeg je bio kompleks za čuvanje i preradu ploda masline iz 2. stoljeća poslije Krista (Ilakovac, 1998. i 2007.). Maslina je vodeća mediteranska voćna vrsta u Republici Hrvatskoj koja se uzgaja na površini od 19.100 ha (DZS, 2016.). U zadnjih dvadeset godina površine pod maslinama u RH su u stalnom porastu (Šimunović, 2005.), ali prinosi od godine do godine znatno variraju. Tako je 8.840 tona ploda masline proizvedeno u 2014., a 28.267 tona ploda maslina u 2015. (DZS, 2016.). Isto je i na otoku Ugljanu koji broji preko 300.000 stabala maslina (Magaš i Faričić, 2000.). Naizmjenična rodost je svojstvo nekih drvenastih vrsta, uključujući i maslinu, da jedne godine daju veliki prirod, a mali ili čak nikakav prirod druge godine (Gucci i Cantini 2008.). Niz je faktora koji utječu na pojavu neredovite rodosti među kojima su karakteristika sorte, ekološki uvjeti, nedostatak pojedinih makro i mikro elemenata te prošlogodišnji urod (Vlašić, 1980., Benčić, 1991.). Fiziološki mehanizmi koji uzrokuju naizmjeničnu rodost nisu u potpunosti razriješeni (Gucci i Cantini 2008.). Jedan od razloga je i niski broj oplođenih cvjetova u cvatnji kao posljedica pojave funkcionalno muških cvjetova. Cvijet masline je pravilan, dvospolan ili hemafroditan (Vlašić, 1980.) i sastoji se od čaške koja je sastavljena od četiri srasla lapa i vjenčića od četiri latice (Dubravec i Dubravec, 1998.), te dva prašnika i jedne nadrasle plodnice (tučka) koja ima dva sjemena zametka (Kovačević i Perica, 1994.). Međutim, redovito se javlja jedan broj funkcionalno muški cvjetova koji nemaju do kraja razvijen tučak (plodnicu) i takvu pojavu nazivamo morfološki sterilitet masline (Vlašić, 1980., Krapac i Sladonja, 2010.). Cilj istraživanja je utvrditi duljinu cvata, broj cvjetova na cvatu i udio funkcionalno muških cvjetova kod pet udomaćenih sorata masline na otoku Ugljanu lokalnog naziva 'Drobnica', 'Karbunčela', 'Puljka', 'Puljižica' i

'Oštrica'. Ove sorte je opisao Bulić (1921.), ali unatoč tome do danas nisu do kraja okarakterizirane osobine njihova cvata i udjela funkcionalno muških cvjetova u cvatu.

### Materijali i metode

Istraživanje je provedeno 18. i 19. svibnja 2016. na sortama lokalnog naziva 'Drobnica', 'Karbunčela' i 'Puljka', dok su 29. svibnja 2016. promatrane sorte 'Oštrica' i 'Puljižica' koje nešto kasnije cvatu. Istraživanje je provedeno u fenofazi pune cvatnje kad je preko 50 % otvorenih cvatova prema skali BBCH 65 (Sanz-Cortés i sur., 2002). Za svaku sortu odabrana su četiri reprezentativna stabla starija od 50 godina na kojima se redovito provodi rezidba na rod u proljeće, zaštita od maslininog moljca (*Prays oleae* Bern.) i paunovog oka (*Spilacoaea oleaegina* Fries.). Gnojidba u jesen s kompleksnim gnojivom NPK formulacije 7-20-30, sa 1 kg po stablu i prihrana u proljeće s KAN-om u dva navrata po 0.5 kg po stablu, a korovi se održavaju košenjem tri puta godišnje. Lokacije svih stabala nalaze se na središnjem dijelu otoka Ugljana u starim maslinicima u blizini mjesta Kali, Preko, Poljana i Sutomišćica (Slika 1.).



Slika 1. Lokacije stabala iz kojih je uzet uzorak za analizu otoku Ugljanu

Sa svakog stabla uzeto je po 10 rodnih grana iz srednjeg obodnog dijela krošnje. Grane su stavljene u vrećice s oznakom sorte i lokaliteta. Sa srednjeg dijela grana odabrano je po 25 cvatova po stabalu te je za svaku sortu analizirano 100 cvatova. Mjereni su sljedeći parametri: duljina cvata u milimetrima pomičnom mjerkom, ukupan broj cvjetova i broj funkcionalno muških cvjetova na cvatu. Funkcionalno muški cvjetovi određeni su tako da je sa svakog cvijeta uklonjen vjenčić odnosno sve latice kako bi bilo moguće odrediti da li cvijet ima razvijenu podnicu (tučak) ili je ona zakržljala.

Prema metodi opisanoj u katalogu svjetskih sorti maslina Barranco i sur. (2000.) korišteni su sljedeći parametri: Duljina cvata (kratka (manje od 25 mm), srednja (25 do 35 mm) i duga (više od 35 mm) i broj cvjetova u cvatu (mali (manje od 18 cvjetova), srednji (18 do 25 cvjetova) i veliki (više od 25 cvjetova). Funkcionalno muški cvijetovi određeni su prema Vlašić (1980.), Benčić (1991.) i Krapac i Sladonja (2010.). Dobiveni rezultati uneseni su u

statistički program SPSS za t - test i analiza varijance radi statističke usporedbe, gdje je prag značajnosti uzet pri  $p < 0,05$ .

## Rezultati i rasprava

Nakon provedene analize cvata u tablici 1. prikazani su rezultati mjerenja provedenog u 2016. na pet udomaćenih sorti masline s otoka Ugljana.

Tablica 1. Prosječna vrijednost duljine cvata, broja cvjetova na cvatu, broja i udijela funkcionalno muških cvjetova za sorte 'Karbunčela', 'Puljižica', 'Puljka', 'Oštrica' i 'Drobnica'.

SORTA	Duljina cvata (mm)	Broj cvjetova na cvatu	Broj funkcionalno muških cvjetova	Postotak funkcionalno muških cvjetova
'Karbunčela'	34,89±3,70 b	21,24±3,38 a	3,54±1,04 e	18,31±5,43 e
'Puljižica'	26,84±2,06 c	12,50±0,47 e	3,74±0,50 d	31,06±4,76 d
'Puljka'	40,30±1,98 a	20,53±1,35 b	7,81±0,93 b	38,32±3,38 b
'Oštrica'	41,25±1,95 a	14,87±0,70 d	4,80±0,48 c	32,91±1,85 c
'Drobnica'	35,55±1,98 a	18,35±1,35 c	13,71±0,93 a	75,88±3,38 a

Prosječna vrijednost određenog parametra na cvatu označena istim slovom ne razlikuje se značajno pri  $p < 0,05$ .

Iz tablice 1. je vidljivo da najduži cvat je imala sorta 'Oštrica', a najkraći sorta 'Puljižica'. S obzirom na duljinu cvata, prema metodi COI (International olive oil council), opisanoj u katalogu svjetskih sorti maslina, Barranco i sur. (2000.), sorte 'Puljižica' i 'Karbunčela' svrstane su u istu kategoriju sorata sa srednjom duljinom cvata kao i autohtone sorte 'Lastovka', 'Levantinka' i 'Oblica' koje su navedene u svjetskom katalogu sorti masline (Barranco i sur., 2000.). Sorte 'Drobnica', 'Puljka' i 'Oštrica' svrstane su u kategoriju sorata dugih cvatova kao i talijanska sorta 'Frantoio' i 'Ascolana Tenera' (Barranco i sur., 2000.). Usporedbom istraživanih sorti prema duljini cvata vidljivo je da se sorta 'Karbunčela' i 'Puljižica' razlikuju značajno, a sorte 'Puljka', 'Oštrica' i 'Drobnica' ne međusobno, ali u odnosu na prve dvije sorte značajno.

Broj cvjetova na cvatu ovisan je o godini i sorti (Vlašić 1980.), a od istraživanih sorata najveći broj cvjetova po cvatu ima 'Karbunčela', a najmanji 'Puljižica'. S obzirom na broj cvjetova na cvatu sorte 'Puljižica' i 'Oštrica' imale su mali broj cvjetova na cvatu kao i talijanske sorte 'Carolea' i 'Moraiolo' (Barranco i sur., 2000.), dok su sorte 'Drobnica', 'Puljka' i 'Karbunčela' u kategoriji sa srednjim brojem cvjetova na cvatu kao i naše autohtone sorte 'Lastovka', 'Levantika' i 'Oblica' (Barranco i sur., 2000.). Usporedbom između sorata prema prosječnom broju cvjetova na cvatu vidljivo je da se sve sorte značajno razlikuju. Sorte 'Puljižica' i 'Oštrica' spadaju u kategoriju sorata s malim prosječnim brojem cvjetova na cvatu kao i talijanska sorta 'Moraiolo'. Sorte 'Drobnica', 'Puljka' i 'Karbunčela' spajaju u kategoriju s srednjim prosječnim brojem cvjetova na cvatu kao i autohtone sorte 'Lastovka', 'Levantika', 'Oblica' te talijanska sorta 'Leccino' (Barranco i sur., 2000.).

Pojava funkcionalno muških cvjetova je u pojedinim godinama presudan faktor o kojem ovisi urod (Vlašić, 1980). U istraživanju sorta 'Karbunčela' je imala najmanju prosječnu vrijednost broja funkcionalno muških cvjetova u odnosu na ukupan broj cvjetova s prosječnim udjelom od 18,31%. Sorte 'Drobnica' je imala najveću prosječnu vrijednost



funkcionalno muških cvjetova u odnosu na broj cvjetova na cvatu s prosječnim udjelom od 75,88%. Prema broju i udjelu funkcionalno muških cvjetova sve istraživane sorte u 2016. se značajno razlikuju.

### Zaključak

Nakon provedenog istraživanja na pet udomaćenih sorti masline na otoku Ugljanu lokalnog naziva 'Drobnica', 'Karbunčela', 'Puljka', 'Puljižica' i 'Oštrica' možemo zaključiti da prema kategorijama nevedenim prema međunarodnoj metodi COI-u sorte 'Puljižica' i 'Karbunčela' su sorte sa srednjom duljina cvata, dok su sorte 'Drobnica', 'Puljka' i 'Oštrica' sorte dugih cvatova. S obzirom na broj cvjetova na cvatu 'Puljižica' i 'Oštrica' su sorte u kategoriji s malim brojem cvijetova na cvatu, a sorte 'Drobnica', 'Puljka' i 'Karbunčela' sorte sa srednjim brojem cvjetova po cvatu. Najveći broj funkcionalno muških cvjetova uočen je kod sorte Drobnica s prosječnim udjelom od 75,88% , a najmanji kod sorte 'Karbunčela' od 18,31%. Prema udjelu funkcionalno muških cvjetova sve sorte u istraživanoj godini su se značajno razlikovale. Zbog velikog utjecaja agroekoloških uvjeta na pojavu funkcionalno muških cvjetova na cvatu u pojedinim godinama za potpuniji opis cvata istraživanje bi trebalo nastaviti.

### Napomena

Istraživanje je provedeno u svrhu pisanja diplomskog rad studenta Matije Ricova u Zagrebu na Agronomskom fakultetu. Isti je obranjen 10. 07. 2017.

### Literatura

- Barranco D., Cimato A., Fiorini P., Rallo L., Touzani A., Castaned C., Serafini F., Trujillo I. (International olive oil council (COI) (2000). World catalogue of olive varieties. Madrid, Spain.
- Benčić Đ. (1991). Morfološki sterilitet sorti maslina u Istri. Magistarski rad. Agronomski fakultet u Zagreb.
- Bulić S, (1921). Građa za dalmatinsku elajografiju. Šibenik.
- Državni zavod za statistiku (DZS) (2016). Statistički ljetopis Republike Hrvatske. Zagreb. Raspoloživo: <https://www.dzs.hr/>.
- Dubravec K.D., Dubravec I. (1998). Kultivirane biljne vrste Hrvatske i susjednih područja. Školska knjiga, Zagreb.
- Gucci R. i Cantini C. (2008). Rezidba i uzgojni oblici za suvremeni uzgoj masline. Uliks Rijeka.
- Krapac M., Sladonja B. (2010). Fenofaze masline. Glasnik Zaštite Bilja, 33(5), 56-66. Raspoloživo: <http://hrcak.srce.hr/163343>.
- Kovačević I. i Perica S. (1994). Suvremeno maslinarstvo. Split.
- Ilakovac B. (1998). Rekonstrukcija rimskog tjeska za masline u Mulinama na otoku Ugljanu. Zavod za povijesne znanosti HAZU u Zadru (40) 1.26. Raspoloživo: <http://hrcak.srce.hr/97639>.
- Ilakovac B. (2007). Rimsko poljoprivredno dobro na otoku Ugljanu. Grafotehnika Zadar.
- Magaš D., Faričić J. (2000). Geografske osnove razvitka otoka Ugljana. Filozofski fakultet u Zadru, Odsjek za geografiju, UDK: 911 (497.5). Raspoloživo: <https://hrcak.srce.hr/9724>.
- Mesić Ž., Lončar H., Dolić Z., Tomić M., (2015). Analiza svjetskog i hrvatskog tržišta maslinovog ulja. Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva, 77(4-6), 227-240. Raspoloživo: <http://hrcak.srce.hr/161779>.
- Sanz-Cortés F., Martínez-Calvo J., Badenes M.L., Bleiholder H., Hack, H., Llácer G., Meier U. (2002) Phenological growth stages of olive trees (*Olea europaea*). Annals of Applied Biology 140:151-157. Raspoloživo: <https://jcea.agr.hr/>.
- Šimunović V. (2005). Stanje maslinarstva i uljarstva u Republici Hrvatskoj. Pomologia Croatica: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva, 11(1-2), 69 -78. Raspoloživo: <http://hrcak.srce.hr/1932>.
- Vlašić A. (1980). Morfološki, citološki i fiziološki sterilitet maslina. NITP, Split.

## Morphological Sterility of Domestic Olive Varieties of the Island of Ugljan

### Abstract

Relevant literature identifies the presence of staminate (male) flowers – which depends on weather conditions in the given year and the olive variety – as one of the causes of alternate bearing in olive trees. The aim of the study was to identify the length of the flower, the number of flowers in a flower cluster and the proportion of staminate flowers at five domesticated olive varieties on the island of Ugljan, locally known under the names of “Drobnica”, “Karbunčela”, “Puljka”, “Puljižica” and “Oštrica”. Our one-year study conducted in 2016 found the longest flower length in “Oštrica” ( $41.25 \pm 1.95$  mm), and the shortest in “Puljižica” ( $26.84 \pm 2.06$  mm). “Karbunčela” showed the highest number of flowers in a flower cluster ( $21.24 \pm 3.38$ ), and “Puljižica” the smallest ( $12.50 \pm 0.47$ ). The variety with the highest number of staminate flowers was “Drobnica”, with the average proportion of 75.88% and the smallest was found in “Karbunčela” (18.31%).

**Key words:** COI, flower, olive, variety, Ugljan

## The Resistance of Almond Cultivars on Frosts and Diseases in South-Eastern Romania

Moale Cristina, Septar Leinar

Research Station for Fruit Growing (RSFG) Constanta, 25 Pepinierei Street, 907300 Valu lui Traian, Romania (moalecristina@yahoo.com)

### Abstract

The climate conditions recorded in Romania over the past ten years have had a negative influence on the culture of the almond tree. The studies were carried out over a period of four years (2013-2016) in a demonstrative plot at the Research Station for Fruit Growing (RSFG) Constanta. Branch samples from three almond tree cultivars ('Sandi', 'Preanâi' and 'Ferragnes') were collected and analysed three days after the frost. This paper presents the manner in which the three almond tree cultivars reacted to the climate changes and the attack of pathogen agents in the soil and climate conditions of Romania in the 2013-2016 period. The greatest losses caused by late frosts were recorded in the winter of 2016: 75% fructification buds affected in the Sandi cultivar, 47% in the 'Preanâi' cultivar and 37% in the 'Ferragnes' cultivar. The pathogen agents of economic importance for the almond tree culture in the R.S.F.G conditions are fungi - *Monilinia laxa*, *Fusicoccum amygdali* and *Taphrina deformans*. The cultivars with great resistance, without attack (WA), in the studied period (2013-2016) were 'Sandi' and 'Preanâi'. The 'Ferragnes' cultivar showed sensitivity (S) towards the *Monilinia laxa* in 2016. As far as for the *Fusicoccum amygdali* pathogen the cultivars without attack (WA) were 'Ferragnes' in all studied years and 'Preanâi' in 2013 and 2014. The three studied cultivars displayed an increased resistance against the damaging attack of *Taphrina deformans*. The carried out studies and the obtained results demonstrate the importance of choosing the assortment of cultivars, taking into account the favourability of the area, as well as the climate and soil conditions. The resistant cultivars were bred in the nursery and the most valuable genotypes are being planted in commercial plantations, occupying a good place in the structure of the almond tree assortment in South-Eastern Romania.

**Key words:** *Monilinia laxa*, *Fusicoccum amygdali*, climate changes

### Introduction

According to the estimations of the weather forecasts, there have been presented in the frame of the 4th report of the International Committee for Climatic Changes in the year 2007, the whole Europe and implicit Romania will be confronted in future with a process of global warming, characterized by increasing of temperatures with 0.5 - 1.5 °C for the period 2020 - 2029 and with 2 - 5 °C for the period 2029 - 2099. In the period 2090-2099 Romania will confront with pronounced drought during the time of summer. Researches from many countries, in the frame of climatic research methodology have the approached aspects regarding climatic changes effects on growth and development of some fruit tree species (Chmielewski and Rotzer, 2002; Olensen and Bindi, 2002; Sunley et al., 2006, Chitu et al., 2010). Climatic changes occurred also in Romania, they have determined meteorological phenomena, which are manifesting with augmented amplitude and intense frequency (severe drought, intense flooding, tornados, hail).

The purpose of this paper is to show the manner in which certain almond tree cultivars reacted to the climatic changes recorded in the winters of the 2013-2016 years and to the attack of pathogens in south-eastern Romania.

### Materials and methods

The experimental plot is situated within the RSFG Constanța, with its headquarters in the village of Valu lui Traian, Constanța county, Dobrogea region, Romania. The geographical coordinates are: 44°10' North, 28°29' East, 70-72 m altitude.

During the period of 2013-2016, 3 almond tree genotypes were studied, organised in a demonstrative plot that was created in 2011. The plot has 20 trees per row, with a planting distance of 4m × 4 m (625 trees/ha), with the canopy shape a vase and the rootstock a wild Tomis 1. Among the studied cultivars there, as well as cultivars promoted in the regional and national assortment, these are: 'Sandy', 'Preanâi', and 'Ferragnes'. The system used for the soil management system was with cultivated strips both between the rows as well as in the row. The soil is a calcareous chernozem (CZka), with a loamy texture and a high, alkaline pH (8.2) in its entire profile. All in all, the climatic conditions were favourable to the growth and fructification of the trees, with the exception of the years 2013-2016, when severe frost was recorded both in January and February, leading to the loss of a number of flowering buds. The observations and conclusions were carried out 3 to 5 days after the climatic accidents recorded in the years 2013, 2014, 2015 and 2016.

The study focused on how certain almond tree cultivars reacted to the change in climatic conditions in the winters of the above-mentioned years. The conclusion was that the resistance of the almond tree cultivars differs from year to year because of the climatic changes that have occurred throughout the past few years and that depends on the severity of climatic accidents. During the studied period 2013-2016 the climatic data were recorded with the aid of an automatic meteorological station type WatchDog and were processed as daily averages. Periodically these data were transferred to a laptop.

In the 2013 – 2016 period, the average air temperature was 12.8°C, maximum air temperature was 32.5°C (2016, July) and the minimum temperature was -6.0°C (2016, January). Rainfall was high in the second year of study, 750.4 mm compared with the other year of study. Regarding the annual average relative humidity of the air, it oscillated between 73 ÷ 82%. Shows that the relative humidity for the period from March to July ranged between 62 ÷ 70% in the first year, 72 ÷ 81% in the second year, 62 ÷ 76% in the third year and 68 ÷ 89% in the last year of study.

Observations were carried out concerning the behaviour of certain almond tree cultivars towards the attack of the main pathogen agents: *Fusicoccum amygdali*, *Monilinia laxa*, and *Taphrina deformans*. From a technological point of view, 8-10 treatments with insecticides and fungicides have been applied each year in the experimental plots, so as to protect against diseases and pests. The attack of these pathogen agents has serious consequences both on the fruit production, as well as on the physiological balance of trees, leading to their debilitation. These observations were focused on the evolution of the diseases on the leaves, fruit and shoots following. The climatic conditions in this area are favourable to the almond tree culture. Due to its geographic position, Dobrogea is part of the agro-climatic area I, which is warm and droughty and characterised by the most generous thermal resources and the lowest amount of precipitations in comparison to other regions of the country.

The behaviour of almond tree cultivars towards the attack of the pathogen agents - *Fusicoccum amygdali*, *Monilinia laxa* and *Taphrina deformans* - was studied under conditions of natural infections, according to the test created by Crossa Raynaud (1969).

The evaluation technique consisted in writing down the frequency of the attacked organs and the intensity with which the symptoms manifested themselves and these two aspects were utilised in assessing the behaviour of the cultivars.

The field observations were centred on the calculation of the pathogens' frequency (F %) and intensity (I) on different tree organs such as: leaves, flowers, shoots, branches and fruits. For the intensity of the diseases marks were granted on a scale from 0 to 4.

Depending on the frequency and intensity of the disease, the studied cultivars and hybrids were categorised into 4 classes and 8 groups of resistance according to the following scale (Table 1).

Table 1. Cultivar Categorisation into Classes and Groups of Resistance

Resistance class	Resistance group	Frequency (F%)	Intensity (I%)
1= tolerant (T)	1	0	0
2= medium resistance (MR)	2	0.1-11.0	+
	3	11.1-25.0	+
3= sensitive (S)	4	25.1-34.0	++
	5	34.1-50.0	++
4= very sensitive (VS)	6	50.1-59.0	+++
	7	59.1-75.0	+++
	8	75.1-100	++++

WA = cultivars without attack (F%= 0 and I= 0); T = tolerant cultivars (F%= 0.1-5% and I= +); WeA = weakly attacked cultivars (F%= 5.1% - 10% and I= +); MA = moderately resistant cultivars (F%= 10.1% - 25% and I= +); S= sensitive cultivars (F%= 25.1 - 50% and I= ++++); VS = highly sensitive cultivars (F%= 50.1% - 100%, I= ++++)

## Results

The comeback frosts in March-April, which occur after a relatively warm period are more dangerous than those that occur during the obligatory resting period in December-January. Nevertheless, the major climatic changes that have taken place over the past few years have had a significant negative influence on the onset of flowering and fruit setting and implicitly, on the almond tree production.

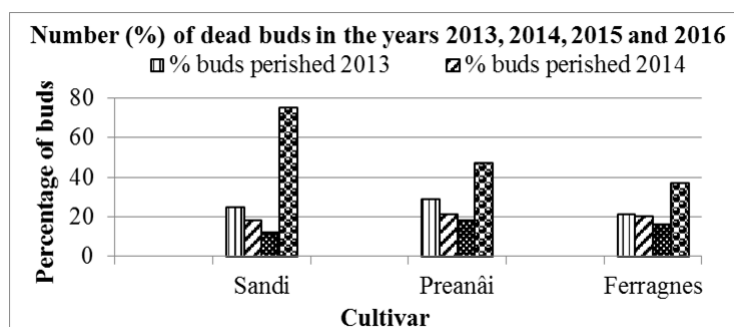
Analysis was carried out in order to determine the loss of flowering buds caused by temperature variations during winter and the low temperatures during the day.

In 2016 the Sandi cultivar recorded the greatest losses caused by frost – 75%; though the trees apparently blossomed abundantly, the pistils were blackened (due to frosts) and there was no fruit setting. Though some of the flowers did indeed show fruit setting, upon careful inspection the core ovary was also blackened. The Preanâi cultivar recorded 47% losses in 2016, while the smallest percentage of affected fruit occurred in the Ferragnes cultivar – 37% in 2016 (Graph 1).

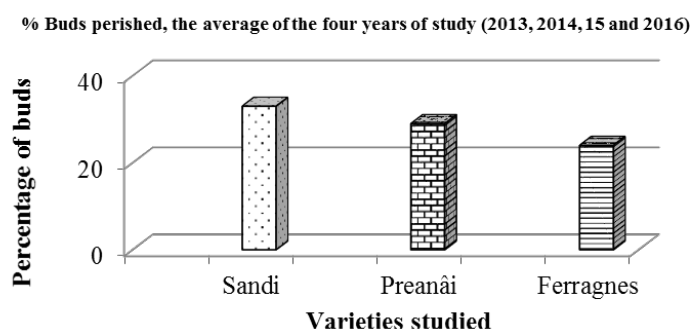
The almond tree cultivars showed a good resistance to frost during the winters of the four studied years, as follows: Ferragnes - 21%, Preanâi – 29% and Sandi – 33%, (Graph 2).

Table 2 presents the relative sensitivity of the three cultivars from the demonstrative plot created within the laboratory responsible with improving the almond tree concerning the attack of the pathogens *Fusicoccum amygdali*, *Monilinia laxa* and *Taphrina deformans* under natural conditions of infection. The analysis of the data in this table highlights a variation in the almond tree cultivars' behaviour towards a pathogen or another. The

observations that were carried out under conditions of natural infection with *Fusicoccum amygdali* for the three almond tree cultivars displayed the different degrees of resistance.



Graph 1. Percentage of Almond Tree Flowering Buds Perished due to Frosts During the Winter of 2013, 2014, 2015 and 2016 at Valu lui Traian, Constanța.



Graph 2. Percentage of Almond Tree Flowering Buds Perished Because of Frosts (Average Over the Three Years), Valu lui Traian

Table 2. The behaviour of almond tree cultivars towards the attack of the main pathogens in the period 2013, 2014, 2015 and 2016

No.	Cultivar	Year	Intensity of attack (note)		
			<i>Fusicoccum amygdali</i>	<i>Monilinia laxa</i>	<i>Taphrina deformans</i>
<b>Cultivars planted in 2011</b>					
1.	Sandi	2013	T	WA	T
		2014	T	WA	T
		2015	WeA	WA	T
		2016	WeA	WA	T
2.	Preanâi	2013	WA	WA	T
		2014	WA	WA	T
		2015	WeA	WA	T
		2016	WeA	WA	T
3.	Ferragnes	2013	WA	S	T
		2014	WA	S	T
		2015	WA	S	T
		2016	WA	S	T

The Sandi cultivar was Tolerant (T) in the studied years 2013 and 2014 towards *Fusicoccum amygdali*. Sandi and Preanâi displayed a Weak Attack (WA) in the studied years 2015 and 2016. None of the studied cultivars could be introduced in the classes Moderate Attack (MA), Sensitive (S) and Very Sensitive (VS).

None of the studied cultivars could be categorised into the moderately resistant and highly sensitive (FS) classes. In the studied period 2013-2016 both Sandi and Preanâi manifested a good resistance towards *Monilinia laxa*, being basically in the class No Attack (NA). Ferragnes was sensitive towards *Monilinia laxa* in 2016.

The three studied cultivars displayed an increased resistance towards the attack of *Taphrina deformans* in all studied years. That is why fruit-growing practices on the one hand and especially the RSFG Constanta programme for improving the almond tree on the other highlighted as main objective for researches the promoting of cultivars and the identification possible genitors with genetic resistance towards the attack of the pathogens *Fusicoccum amygdali*, *Monilinia laxa* and *Taphrina deformans*.

## Conclusions

The results show that the frosts in the winters of 2013, 2014, 2015 and 2016 affected the almond tree species in variable percentages according to the cultivar (approx. 37-75%).

The greatest losses as far as flowering buds are concerned were recorded by the Sandi cultivar in 2016, while the smallest were recorded by Ferragnes in 2016.

Concerning the attack of the *Fusicoccum amygdali*, the following cultivars were comprised in the class No Attack (NA): 'Ferragnes' in the studied years 2013-2016 and 'Preanâi' only in 2013 and 2014. 'Sandi' and 'Preanâi' manifested a good resistance (basically, they were comprised in the No Attack class) towards *Monilinia laxa* throughout the entire studied period. The three studied cultivars ('Sandi', 'Preanâi' and 'Ferragnes') manifested an increased resistance towards the attack of *Taphrina deformans*.

When choosing the assortment of cultivars, one must take into account the favourability of the area for the setting up of fruit-growing plantations.

## Acknowledgement

The authors thank financial support from Romanian Ministry of Agriculture and Rural Development (The projects: ADER 3.3.1. Research regarding the maintaining of authenticity and health of pre-basic and certificate fruit tree planting material using biotechnology and phytosanitary methods) and ADER 3.3.2. "Bioeconomy of thermophiles fruit tree species and fruit shrubs in order to maximize efficient use of natural resources and anthropogenic").

## References

- Crossa-Raynaud, P.H. (1969). Evaluating Resistance to *Monilinia laxa* (Aderh&Ruhl) Honey of varieties and hybrids of apricots and almonds using mean growth rate of cankers on young branches as criterion of susceptibility. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94, 282-284.
- Chițu, E., Elena Mateescu, Andreea Petcu, Ioan Surdu, Dorin Sumedrea, Tănăsescu Nicolae, Cristian Păltineanu, Viorica Chițu, Paulina Mladin, Mihail Coman, et al. (2010). Metode de estimare a favorabilității climatice pentru cultura pomilor în România. Editura INVEL Multimedia, CNCSIS accredited, ISBN 978-973-1886-52-7.
- Chmielewski F.M., and Rotzer T. (2002). Annual and spatial variability of the beginning of growing season in Europe in relation to air temperature changes. *Clim. Res.* 19(1), 257-264.
- Olensen, J.O., and Bindi, M. (2002). Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*, 16, 239-262.
- Sunley, R.J., Atkinson, C.J. and Jones, H.G. (2006). Chill unit models and recent changes in the occurrence of winter chill and spring frost in the United Kingdom. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 81: 949-958.

## Polifenolni potencijal i CIELab profil 'Babić' (*Vitis vinifera* L.) u uvjetima mediteranske klime tijekom zrenja

Ana Mucalo<sup>1</sup>, Goran Zdunić<sup>1</sup>, Irena Budić Leto<sup>1</sup>, Edi Maletić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Put Duilova 11, Split, Hrvatska  
(ana.mucalo@krs.hr)

<sup>2</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Cilj rada je istražiti utjecaj sekvencijalne berbe bobica 'Babića' na dinamiku fiziokemijskih, polifenolnih, CIELab varijabli i dva indeksa boje (CIRG i CIRG2) u uvjetima mediteranske regije Hrvatske. Uzorkovanje je provedeno u četiri različita stupnja zrelosti pri sadržaju šećera od 18,30 do 26,97 °Brix, što odgovara 10,11 do 15,68 % v/v potencijalnog alkohola u budućem vinu. Utvrđene su značajne razlike u fiziokemijskim pokazateljima zrelosti i polifenolnom potencijalu bobica ovisno o stupnju zrelosti. Dozrijevanje promovira akumulaciju ukupnih polifenola no najveći sadržaj ukupnih antocijana imale su bobice 3. stupnja zrelosti.

**Ključne riječi:** antocijani, ukupni fenoli, CIRG indeks boje, fenolna zrelost, berba

### Uvod

Promjene sadržaja i sastava antocijana tijekom dozrijevanja određuju intenzitet boje kožice. Normalni obrazac akumulacije antocijana podrazumijeva gradualno povećanje tijekom zrenja i dosezanje najvećih, stabilnih koncentracija u trenutku pune zrelosti (Riberau Gayon i sur., 2000.; Pirie i Mullins, 1977.), a što se podudara s vremenom berbe (Kennedy i sur., 2002.). Somers i sur., (1976.) prijavljuju najveći sadržaj antocijana u bobicama pri sadržaju šećera od 21 do 24 °Brixa. Vrhunac akumulacije antocijana bi trebao biti u korelaciji sa akumulacijom šećera u kožici (Pirie i Mullins, 1980.), a u skladu s time odluka o vremenu berbe se tradicionalno donosila temeljem sadržaja šećera i ukupnih kiselina te odnosa među istima (Ough i Singelton, 1968.; Coombe i sur., 1980.; Du Plessis, 1984.; Jayasena i Cameron, 2008.). Kakogod, posljednjih godina fenološki odgovor vinove loze na klimatske promjene (IPCC, 2014.) se ogleda u ubrzanim fiziološkim promjenama i sve ranijem trendu dozrijevanja (Webb i sur., 2007., Webb i sur., 2012., Jones i sur., 2005.). Visoke temperature tijekom dozrijevanja dovode do desinkronizacije metabolizma šećera i organskih kiselina (Rienth i sur., 2016.; Rienth i sur., 2017.), kao i šećera i antocijana (Sadras i Moran, 2012.). Bobice koje dozrijevaju u uvjetima Mediterana slijede različite obrasce akumulacije antocijana. Sigmoidalni obrazac akumulacije antocijana prikazan je u Ryan i Revilla, (2003.), vrhunac akumulacije 45 dana nakon šare i gradualno smanjenje prema kasnim rokovima berbe u četiri sorte Carmente grupe (Carménère, Merlot, Cabernet Franc i Cabernet Sauvignon) prikazan je u Obreque-Slier i sur. (2013.). Negativan obrazac antocijana u zadnjim rokovima potvrđen je i od Lasanta i sur. (2014.) i Haselgrove i sur. (2000.). Smanjenje antocijana u zadnjim fazama dozrijevanja se povezuje sa usporavanjem biosinteze, kemijske i enzimske degradacije uslijed oksidativnog stresa na razini bobice (Mori i sur., 2007.), kao i konverzije slobodnih antocijana u derivirane pigmente u kožici (Vidal i sur., 2004.; Kennedy i sur., 2001.). Stabilne koncentracije ukupnih antocijana u zadnjim rokovima berbe pronađene su u sorti Crujidera (Navarro i sur., 2008.) i Cabernet Sauvignon (Bindon i sur., 2013.; Kennedy i sur., 2002.). Vanjska boja kožice je usko povezana sa antocijanskim profilom sorte. Karakterizacija CIELab varijabli boje kožice od iznimne je važnosti kao screening metoda akumulacije antocijana, a dva razvijena indeksa boje CIRG i CIRG2 (Carreno i sur., 1995.; Rolle i sur., 2013.) visoko koreliraju sa bojom kožice identificiranom od strane O.I.V. kodova.



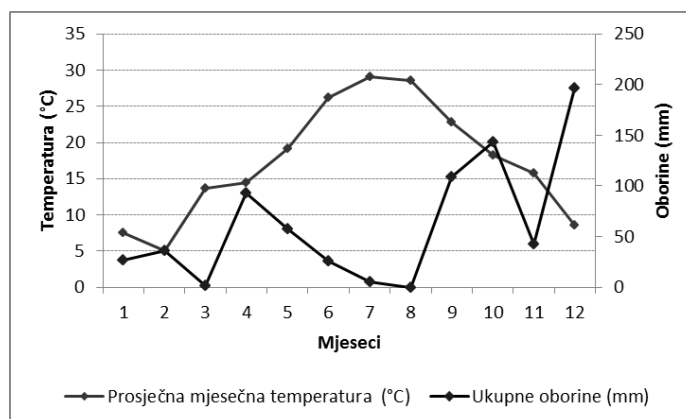
Enološki potencijal velikog broja sorti koje se tradicionalno uzgajaju u Dalmaciji je slabo istražen, do sada nitko se nije bavio problemom postizanja fenolne zrelosti 'Babića'. Tehnološka istraživanja upućuju na visok kvalitativni potencijal ove sorte čijim antocijanskim profilom dominira malvidin-3-O-monoglukozid (Ćurko i sur., 2014.; Budić-Leto i sur., 2009.). Ipak, niži udio galoirajućih i prodelfinidinskih jedinica u polimernim frakcijama ekstrakata kože i s istima povezana gorčina (Ćurko i sur., 2014.), upućuje na zaključak o važnosti berbe 'Babića' u trenutku fenolne zrelosti. Cilj ovog rada je bio utvrditi utjecaj stupnja dozrelosti na promjenu konvencionalnih i fenolnih pokazatelja zrelosti 'Babića'.

## Materijal i metode

### Biljni materijal

Uzorkovanje je provedeno na 10 trsova 'Babića' iz kolekcijskog vinograda Instituta za jadranske kulture (sjeverna geografska širina: 43°30.335 N; istočna geografska dužina: 016°29.855 E; 14 m nadmorske visine) podignutog 2005. godine cijepljenjem na stalno mjesto, na podlogu Paulsen 1103. Sklop sadnje trsova je 1,0 x 2,0 m. Uzgojni oblik je dvostruki kordonac s vertikalno položenim mladicama. Zimskom rezidbom su ostavljena 4 reznika sa po 2 pupa. Sekvencijalna berba uzoraka je provedena u četiri različita stupnja zrelosti, od Eichhorn Lorenz fenološke faze EL-35, kada je 90 % bobica u grozdu obojeno do EL-39 faze u kojoj su bobice prezrele (Coombe, 1995.). U pojedinom stupnju zrelosti je pobrano 100 bobica sa pričvršćenim peteljčicama sa svakog pojedinog trsa, slijedeći preporuku uzorkovanja najmanjeg mogućeg broja bobica s najvećeg mogućeg broja grozdova (Zoecklein i sur., 2001.).

Klimatske prilike kolekcijskog vinograda, grafikon 1., prikazane su pomoću podataka vremenskih opažanja Državnog hidrometeorološkog zavoda meteorološke postaje Split - Marjan udaljene 3 km zračne linije od kolekcijskog vinograda. Vremenske prilike na početku eksperimenta (kolovoz) su bile izuzetno sušne (0 mm oborina), prosječna mjesečna temperatura je iznosila 28,6 °C sa čak 9 dana u kojima je prosječna dnevna temperatura prelazila 30 °C. Ukupna količina oborina u rujnu i listopadu iznosila je redom, 108,8 mm i 143,6 mm, a prosječne mjesečne temperature 22,8 °C i 18,3 °C.



Grafikon 1. Prosječne mjesečne temperature (°C) i oborine (mm) tijekom 2012. godine za područje Splita

### Analiza konvencionalnih kemijskih spojeva mošta

Uzorci mošta za analizu konvencionalnih indikatora zrelosti pripremljeni su ručnim gnječenjem 50 bobica po jednom trsu bez oštećenja sjemenki. Iz svakog uzorka su određeni: prosječna masa bobice (g), ukupni refraktometrijski sadržaj topivih tvari soka (°Brix), sadržaj ukupnih kiselina titracijom do točke ekvivalencije s 0,1 M NaOH uz indikator bromotimol plavi (g vinske kiseline/L) i pH pH-metrom (Metrohm 728, Švicarska).

## Analiza CIELab varijabli boje kože

Druga grupa uzoraka od 50 bobica po trsu poslužila je za analizu varijabli boje kože. Bobice su pažljivo obrisane pamučnom tkaninom kako bi se izbjegle greške u mjerenju i uklonile rezidue prašine i/ili ostataka pesticida. Boja se uvijek mjerila u istoj točki na površini bobice koristeći standardni izvor svjetla D65. Razlike u boji bobica različitih stupnjeva zrenja su kvantificirane CIELab analizom varijabli boje kože kolorimetrijski (CR-400, Konica Minolta, Japan) korištenjem računalnog programa SpectraMagic (NX Lite, ver. 2.0.). Kolorimetar je kalibriran korištenjem standardne bijele kalibracijske pločice svaki put prije uporabe, na ovaj način dobiju se početne koordinate  $X_0$ ,  $Y_0$  i  $Z_0$  ključne za daljnje računske operacije. CIELab, uniformni trodimenzionalni prostor boje, temelji se na objektivnom vrednovanju i najbliži je vizualnoj percepciji boja. CIELab prostor opisuju osi:  $L^*$  - akromatska os svjetline sa rasponom od 0 (idealno crne) do 100 (idealno bijele) koja opisuje količinu boje reflektiranu od promatrane površine i dvije kromatske osi:  $a^*$  crveno/zelena kromatska os, sa +  $a^*$  koja označava crveno i -  $a^*$  koja označava zeleno,  $b^*$  žuto/plava kromatska os, sa +  $b^*$  koja označava žutu i -  $b^*$  koja označava plavu. Kartezijanske koordinate  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  služe za izračun cilindričnih koordinata: kromatičnosti boje  $C$  koja je određena zasićenjem boje i kutom tona boje,  $h$  čija je vrijednost izražena u stupnjevima pa kut vrijednosti  $0^\circ$  predstavlja poziciju na +  $a^*$ osi,  $90^\circ$  na +  $b^*$ osi,  $180^\circ$  na -  $a^*$ ,  $270^\circ$  na -  $b^*$ , dok je kut od  $360^\circ$  zapravo crna boja.

Vrijednosti kromatičnosti, zasićenja ( $C$ ) i nijanse boje ( $h$ ) su izračunate prema:

$$C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0,5}$$

$$h = \arctang b^*/a^*$$

Temeljeno na ovim varijablama, izračunati su indeksi boje za crno grožđe (CIRG i CIRG2) prema Carreno i sur. (1995.) i Rolle i sur. (2013.).

$$CIRG = (180 - H)/(L^* + C)$$

$$CIRG2 = (180 - H)/(L^* \times C)$$

## Analiza ukupnih antocijana i ukupnih fenola

Udio ukupnih antocijana i fenola je određen prema metodi Iland i sur. (1996.) iz grupe bobica kojima su prethodno izmjereni CIELab parametri boje. Netom prije analize bobicama su uklonjene peteljčice te su homogenizirane mikserom (Braun multiquick, Njemačka) na najjačoj brzini dok se postigla jednolična pasta pulpe, kože i sjemenke. Ukupni antocijani i polifenoli su ekstrahirani iz 1 g homogenata dodatkom 10 mL 50 % etanola (pH 2) u trajanju od 1 h, uz povremeno miješanje sadržaja svakih 10 min. Uzorci su potom centrifugirani pri radijalnoj centrifugalnoj sili 1800 g u trajanju 10 min na Hettich Universal 320 centrifuge (Andreas Hettich GmbH and Co.KG, Njemačka). 0,2 mL odvojenog alikvota je razrijeđeno dodatkom 3,8 mL 1 M HCl-a. Vrijednost absorbance je snimljena pri 520 nm i 280 nm u 10 mm kvarcnoj kiveti prethodno kalibriranim spektrofotometrom (UV-VIS spektrofotometar, Varian DM 200).

## Statistička analiza

Razlike u fiziokemijskim pokazateljima zrelosti (šećer, pH, ukupne kiseline) i polifenolnom kapacitetu bobica (ukupni fenoli i antocijani) četiri različita stupnja zrelosti su testirane analizom varijance (ANOVA) uz Bonferronijevu korekciju pogreške. Podaci CIELab varijabli površinske boje bobica su analizirani metodama deskriptivne statistike. Broj uzoraka po svakom stupnju zrelosti je iznosio 10. Statistička analiza je provedena koristeći statistički program SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, SAD).

## Rezultati i rasprava

Fiziokemijski parametri mošta 'Babića' tijekom četiri različita stupnja zrelosti su prikazani u tablici 1. Utvrđene su značajne razlike u masi, sadržaju šećera, pH vrijednosti, sadržaju ukupnih

kiselina (izraženih u g/L vinske kiseline), kao i pokazatelja polifenolnog kapaciteta, ukupnih fenola i ukupnih antocijana, promatrano u (mg/g) (Grafikon 2 a) i (mg/bobice) (Grafikon 2 b), ovisno o četiri stupnja zrelosti. Najveću prosječnu masu imale su bobice 3. stupnja zrelosti. Kontinuirano i brzo nakupljanje šećera se odvija do 3. stupnja zrelosti, nakon čega bobice ulaze u stadij prezrelosti, a koji se očituje smanjenjem prosječne mase bobice i koncentriranjem sastojaka (šećera i ukupnih kiselina) u 4. stupnju zrelosti (Moreno i sur., 2008.). Optimalna pH vrijednost za rast i metabolizam kvasaca, niža od 3,50 prema Boulton, (1980.) izmjerena je u bobicama Babića 1. stupnja zrelosti, a porast iste tijekom dozrijevanja predstavlja ozbiljan rizik za kvalitetu vina (Volschenk i sur., 2006.).

Tablica 1. Fiziokemijska analiza 'Babića' u četiri različita stupnja zrelosti grožđa

	1	2	3	4
Prosječna masa bobice (g)	1,87 ± 0,29 b	2,07 ± 0,29 b	2,52 ± 0,28 a	2,03 ± 0,17 b
Šećer (Brix)	18,30 ± 1,05 d	22,91 ± 1,01 c	25,48 ± 0,99 b	26,97 ± 0,36 a
pH	3,39 ± 0,09 c	3,70 ± 0,10 b	3,90 ± 0,08 a	3,83 ± 0,12 a
Uk. kiseline (g/L vinske kis)	7,25 ± 1,00 a	5,46 ± 0,51 b	3,40 ± 0,29 d	4,07 ± 0,37 c

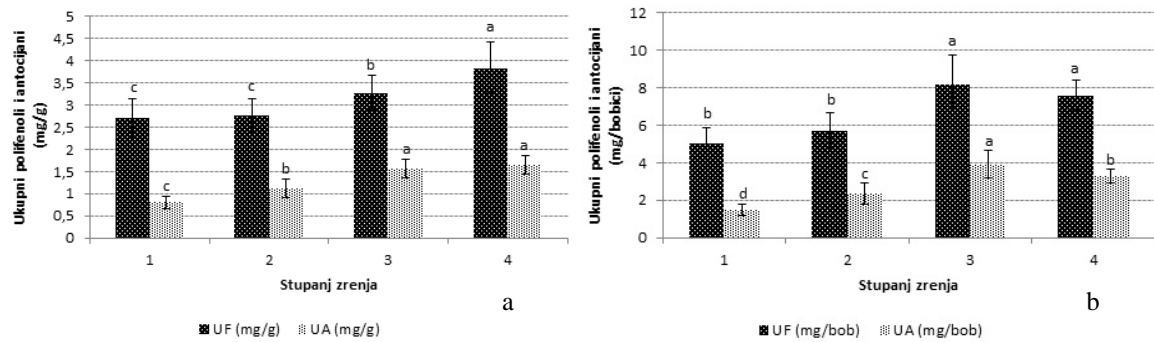
Vrijednosti su izražene kao prosjek ± standardna devijacija (n=10); različita slova u svakom redu označavaju statistički značajnu razliku između tretmana na razini  $p \leq 0,05$

Tablica 2. CIELab parametri boje kože: Svjetlina (L), crveno/zelena koordinata (a\*), žuto/plava koordinata (b\*), zasićenje (C), kut boje (H), Indeks boje (CIRG i CIRG2) 'Babića' u četiri različita stupnja zrelosti grožđa

	1	2	3	4
<b>L</b>	26,26	26,45	26,02	24,54
<b>a*</b>	1,43	1,25	1,02	1,18
<b>b*</b>	0,41	0,33	0,39	0,34
<b>C</b>	1,50	1,32	1,14	1,28
<b>h</b>	14,39	14,57	21,46	15,54
<b>CIRG</b>	5,90	5,95	5,85	6,39
<b>CIRG2</b>	4,13	4,76	5,43	5,20

Vrijednosti su izražene kao medijan

CIELab parametri i iz njih izračunati indeksi boje kože 'Babića' CIRG i CIRG2 prikazani u tablici 2. pokazuju razlike ovisno o stupnju zrelosti. Vrijednost svjetline (L) smanjuje se dozrijevanjem, a najtamnije su bobice 4. stupnja (24,54). Bobice 1. stupnja imaju najveće udjele crvene (a\*) i zasićenosti boje (C) koje dosežu najniže vrijednosti u 3. stupnju zrelosti u skladu s našim istraživanjem na Plavcu malom (Mucalo i sur., 2015.). Bobice 1. stupnja imaju najveći udio žute (b\*). Nijansa boje (h) najveća je u bobicama 3. stupnja. Vrijednost CIRG-a je u svim stupnjevima zrenja veća od 5,57, vrijednosti predložene za tamno ljubičaste uzroke bobica od Carreno i suradnici (1995.). Najveću CIRG vrijednost imaju bobice 4. stupnja zrenja, a što se podudara sa nakupljanjem antocijana, grafikon (2 a) te sukladno Agati i sur. (2007.) i Fenoll i sur. (2009.). Do sada je indeks boje CIRG2 predložen za razlikovanje sorti koje bi prema OIV kodu 225 bile klasificirane u istu grupu (5, tamno ljubičastu) (Rolle i sur., 2013.). Najnižu vrijednost CIRG2 imaju bobice 1., a najveću bobice 3. stupnja zrelosti, i to redom 4,13 i 5,43.



Grafikon 2. Koncentracija (mg/g) (a) i sadržaj (mg/bobici) (b) UF – ukupni polifenoli i UA – ukupni antocijani u 'Babića' tijekom četiri različita stupnja zrelosti. Vrijednosti su izražene kao prosjek  $\pm$  standardna devijacija (n=10); različita slova označavaju statistički značajnu razliku između tretmana na razini  $p \leq 0,05$

Bobice zadnjih stupnjeva zrelosti značajno se razlikuju po koncentraciji ukupnih polifenola, ali ne i antocijana sukladno (Moreno i sur., 2008). Najveća koncentracija ukupnih polifenola je izmjerena u bobicama 4. stupnja zrelosti, suprotno stabilnim koncentracijama (Locatelli i sur., 2016.) ili trendu smanjenja (Lasanta i sur., 2014.; Navarro i sur., 2008.). Incijalnu intenzivnu akumulaciju ukupnih antocijana tijekom dozrijevanja slijedi stabilizacija u zadnjim stupnjevima zrelosti, sukladno Navarro i sur. (2008.) i Kennedy i sur. (2002.). Bobice različitih stupnjeva zrelosti značajno se razlikuju po sadržaju ukupnih antocijana suprotno do sada prijavljenom stabilnom sadržaju istih pri sadržaju šećera od 23 do 26 °Brix (Bindon i sur., 2013.). Bobice 3. stupnja zrelosti Babića odlikuju se najvećim sadržajem ukupnih fenola i antocijana, prikazano na grafikonu (2 b) i to redom, 8,22 i 3,93 mg/bobici.

## Zaključak

Istraživanje je demonstriralo značajne promjene fiziokemijskih pokazatelja zrelosti i polifenolnog kapaciteta bobica ovisno o stupnju zrelosti bobica Babića. Obzirom na polifenolni kapacitet i CIELab profil boje, bobice 'Babića' su postigle fenolnu zrelost u 3 stupnju zrelosti. U budućem radu bilo bi korisno uključiti predloženi model u istraživanje većeg broja autohtonih sorti, kako bi se istražila mogućnost primjene istog kao pokazatelja trenutka berbe, ali i ampelografske karakterizacije sorti prilikom prijema grožđa u vinariji.

## Literatura

- Bindon K., Varela C., Kennedy J., Holt H., Herderich M. (2013). Relationships between harvest time and wine composition in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon 1. Grape and wine chemistry. *Food Chemistry* 138: 1696-705.
- Boulton R. (1980). The general relationship between potassium sodium and pH in grape juice and wine. *American Journal of Enology and Viticulture* 31: 181-186.
- Budić-Leto I., Vrhovšek U., Gajdoš Kljusurić J., Lovrić T. (2009). Anthocyanin pattern of skin extracts from Babić and Plavac mali grapes and anthocyanin pattern of produced wine. *Acta Alimentaria* 38: 67-75.
- Carreno J., Martinez A., Almela L., Fernandez-Lopez J. A. (1995). Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of the red table grapes. *Food Research International* 28: 373-377.
- Coombe B. G. (1995). Growth Stages of the grapevine: adoption of a system for identifying grapevine growth stages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 1: 104-110.
- Coombe B. G., Dundon R. J., Short, A. W. S. (1980). Indices of sugar acidity as ripeness criteria for wine grapes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 31(5): 495-502.

- Ćurko N., Kovačević Ganić K., Gracin L., Đapić M., Jourdes M., Teissedre P. L. (2014). Characterization of seed and skin polyphenolic extracts of two red grape cultivars grown in Croatia and their sensory perception in a wine model medium. *Food Chemistry* 145: 15–22.
- Du Plessis C. S. (1984). Optimum maturity and quality parameters in grapes. *South African Journal of Enology and Viticulture* 5(1): 35–42.
- Fenoll J., Manso A., Hellín P., Ruiz L., Flores P. (2009). Changes in the aromatic composition of the *Vitis vinifera* grape Muscat Hamburg during ripening. *Food Chemistry* 114(2): 420–428.
- Haselgrove L., Botting D., Van Heeswijck R., Høj P. B., Dry P. R., Ford C., Iland I. P. G. (2000). Canopy microclimate and berry composition: the effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L cv. Shiraz grape berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6: 141–149.
- Iland P. G., Cynkar W., Francis I. L., Williams P. J., Coombe B. G. (1996). Optimisation of methods for the determination of total and red-free glycosyl glucose in black grape berries of *Vitis vinifera*. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 2: 171–178
- IPCC, (2014). Climate Change 2014 synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core writing team R. Pachauri and L. Meyer Eds. IPCC, Geneva, Switzerland, 151.
- Jayasena V., and Cameron I. (2008). °Brix/acid ratio as a predictor of consumer acceptability of Crimson seedless table grapes. *Journal of Food Quality* 31: 736–750.
- Jones G. V., Duchene E., Tomasi D., Yuste J., Braslavská O., Schultz H., Martinez C., Boso S., Langellier F., Perruchot C., Guimberteau G. (2005). Changes in European winegrape phenology and relationships with climate. Proceedings GESCO, 2005, Geisenheim, Germany 55–61.
- Kennedy J. A., Hayasaka Y., Vidal S., Waters E. J., Jones G. P. (2001). Composition of grape skin proanthocyanidins at different stages of berry development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49(11): 5348–5355.
- Kennedy J. A., Matthews M. A., Waterhouse A. L. (2002). Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids. *American Journal of Enology and Viticulture* 53(4): 268–274.
- Lasanta C., Caro I., Gomez J., Perez L. (2014). The influence of ripeness grade on the composition of musts and wines from *Vitis vinifera* cv. Tempranillo grown in a warm climate. *Food Research International* 64: 432–438.
- Locatelli M., Travaglia F., Coisson J. D., Bordiga M., Arlorio M. (2016). Phenolic composition of Nebbiolo grape (*Vitis vinifera* L.) from Piedmont: characterization during ripening of grapes selected in different geographic areas and comparison with Uva Rara and Vespolina cv. *European food research and technology* 242 (7): 1057–1068.
- Moreno J.J., Cerpa-Calderón F., Cohen S.D., Fang Y., Qian M., Kennedy J.A. (2008). Effect of postharvest dehydration on the composition of pinot noir grapes (*Vitis vinifera* L.) and wine. *Food Chemistry* 109(4): 755–762.
- Mori K., Goto-Yamamoto N., Kitayama M., Hashizume K. (2007). Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. *Journal of Experimental Botany* 58 (8): 1935–1945.
- Mucalo A., Zdunić G., Will F., Budić-Leto I., Pejić I., Maletić E. (2015). Changes in anthocyanins and berry color of 'Plavac mali' grape during ripening. *Mitteilungen Klosterneuburg* 65: 130–142.
- Navarro S., León M., Roca-Pérez L., Boluda R., García-Ferriz L., Pérez-Bermúdez P., Gavidia I. (2008). Characterisation of Bobal and Crujidera grape cultivars, in comparison with Tempranillo and Cabernet Sauvignon: evolution of leaf macronutrients and berry composition during grape ripening. *Food Chemistry* 108: 182–190.
- Obrique-Slier E., Peña-Neira A., López-Solís R., Cáceres-Mella A., Toledo-Araya H., López-Rivera A. (2013). Phenolic composition of skins from four Carmenet grape varieties (*Vitis vinifera* L.) during ripening. *LWT-Food Sci Technol* 54(2): 404–413.
- Ough C. S., and Singleton V. L. (1968). Wine Quality Prediction from Juice Brix/Acid Ratio and Associated Compositional Changes for 'White Riesling' and 'Cabernet Sauvignon'. *American Journal of Enology and Viticulture* 19: 129–138.
- Pirie A. J. G., Mullins M. G. (1980). Concentration of phenolics in the skin of grape berries during fruit development and ripening. *American Journal of Enology and Viticulture* 31: 34–36.

- Pirie A., Mullins M. G. (1977). Interrelationships of sugars, anthocyanins, total phenols and dry weight in the skin of grape berries during ripening. *American Journal of Enology and Viticulture* 28: 204-209.
- Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. (2000). *Handbook of enology*. Vol. 2. The chemistry of wine stabilization and treatments. p. 441. 2nd ed. John Wiley & Sons, Chichester, England.
- Rienth M., Grimplet J., Chatbanyong R., Torregrosa L., Romieu C., Agorges A. (2017). Transcriptional response to temperature of ripening microvine (DRCF) depends on daytime. *Acta Hort.* 1157: 321-328.
- Rienth M., Torregrosa L., Sarah G., Ardisson M., Brillouet J. M., Romieu C. (2016). Temperature desynchronizes sugar and organic acid metabolism in ripening grapevine fruits and remodels their transcriptome. *BMC Plant Biology*. 16: 1-23.
- Rolle L., Giacosa S., Gerbi V., Bertolino M., Novello V. (2013). Varietal comparison of the chemical, physical, and mechanical properties of five colored table grapes, *International Journal of Food Properties* 16(3): 598-612.
- Ryan J. M., Revilla E. (2003). Anthocyanin composition of Cabernet Sauvignon and Tempranillo grapes at different stages of ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 3372–3378.
- Sadras V. O., Moran M. A. (2012). Elevated temperature decouples anthocyanins and sugars in berries of Shiraz and Cabernet Sauvignon. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 18: 115–122.
- Somers T. C. (1976). Pigment development during ripening of the grape. *Vitis*. 14: 269-277.
- Vidal S., Meudec E., Cheynier V., Skouroumounis G., Hayasaka Y. (2004). Mass spectrometric evidence for the existence of oligomeric anthocyanins in grape skins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 7144-7151.
- Webb L. B., Whetton P. H., Barlow E. W. R. (2007). Modelled impact of future climate change on the phenology of grapevines in Australia. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 13: 165-175.
- Webb L. B., Whetton P. H., Bhend J., Darbyshire R., Briggs P. R., Barlow E. W. R. (2012). Earlier wine-grape ripening driven by climatic warming and drying and management practices. *Nature Climate Change* 2: 259-264.
- Zoecklein B. (2001). Grape sampling and maturity evaluation for growers. *Vintner's Corner* 16(1): 1-12.

## **Polyphenolic potential and CIELab profile 'Babić' (*Vitis vinifera* L.) under Mediterranean conditions during ripening**

### **Abstract**

The aim of the work was to study the effect of sequential harvest of 'Babić' berries on the dynamics of physiochemical, polyphenolic, CIELab variables and two calculated colorimetric indexes under Mediterranean conditions of Croatia. Berries were harvested at TSS from 18.30 to 26.97 Brix which corresponds to the range of wine ethanol concentrations between 10.11 and 15.68%. Significant differences in the physiochemical indicators of maturity and polyphenol potential of berries were determined depending on the degree of maturity. Total phenolics increased as ripening progressed, while the highest content of anthocyanins was measured in 3<sup>rd</sup> maturity degree.

**Key words:** anthocyanins, total phenols, CIRG color index, phenolic maturity, harvest

## Evaluation of some apricot selections obtained in Romania

Oprita Vladut-Alexandru and Gavut Corina

Research Station for Fruit Growing Constanta, 25 Pepinierei Street, 907300 Valu lui Traian, Romania (olaviani@yahoo.co.uk)

### Abstract

The results presented in this paper were obtained at Research Station for Fruit Growing Constanta located in the south-eastern part of Romania. A good starting point for apricot breeding work was the germplasm collection with more than 600 genotypes from all over the world which was used as identified sources of genes for breeding program. Standard breeding techniques as cross pollination, self pollination and open pollination were used and more than 18000 hybrids have been evaluated and 380 genotypes were tasted. Out of these five apricot hybrids 'V.T 96.08.81', 'V.T 85', 'V.T 39/45', 'V.T 91.01.48', 'V.T 94.02.88' had the best results regarding: widening the harvest season, high quality of the fruit, good taste, fruit transportability, tolerance/resistance to the main diseases, etc.

**Key words:** *Prunus armeniaca*, cultivars, climatic conditions, frost resistance, yields

### Introduction

The apricots are the fruits of the summer season; according to our country the ripening time lasts about 30 - 45 days, generally ranging between the end of June and the first half of August.

The breeding of apricot trees for different features is concerning of many researchers over the world in the areas where the apricot is growing (Couranjou, 1975; Audergon, 2006; Bassi, 2006, etc).

In Romania, the program for apricot breeding started since 1952. The main objectives were: enlarge the harvest season, high quality of the fruit, good taste, fruit transportability, tolerance/resistance to the main diseases etc (Cociu, 1993; Bălan et al, 2008). Also, the creation of new apricot varieties with late bloom and high resistant to the return frost was one of the aim of the breeders.

Standard breeding techniques as cross pollination, self pollination and open pollination were used and more than 18000 hybrids have been evaluated and 380 genotypes were tasted. In the last 15 years, 14 apricot cultivars were released, also some perspective hybrids were selected and studied in order to be registered and patented.

Out of these five apricot hybrids 'V.T 96.08.81', 'V.T 85', 'V.T 39/45', 'V.T 91.01.48', 'V.T 94.02.88' had the best results regarding: enlarge the harvest season, high quality of the fruit, good taste, resistance to transport, tolerance/resistance to the main diseases. The control cultivar was 'Goldrich'. The purpose of this paper is to point out the favorable features of the apricot hybrids in order to homologate them within Romania.

### Material and methods

In 2003, 5 hybrids bred in Romania were planted in trial fields; each cultivar is represented by 15 trees. The rootstock was Constanta 16- wild apricot selection (Indreias et al, 2004).

The planting distance was 4 m x 4 m and the canopy shape was improved vase. The trees were cultivated under mild water stress conditions during summertime, pruned every year and fertilized optimally; the phyto-sanitary treatments were applied uniformly in the field as recommended by the specialist in plant protection.

The soil is a Calcaro-Calcic Chernozem (World Reference Base for Soil Resources 2006) or Entic Haplustolls (Soil Taxonomy, 1999) with a loamy texture and alkaline pH in topsoil, which has a proper soil structure and fertility. Land slope is between 2.0 and 2.5% and soil bulk density ranges from 1.18 to 1.25 g cm<sup>-3</sup>. The physical soil properties allow a proper water movement within the rooting system of the orchard.

RSFG Constanta is located in the south-eastern part of Romania, in the area between the Danube River and the Black Sea, and has specific steppe climatic conditions, with a semi-arid character. Absolute temperature beyond the limits of resistance of peach and nectarine species, e.g. -25°C or above +40°C is rare (1/20 or 1/30 years). Rainfall is deficient to the requirements of the trees; the average amount of rainfall is around 400 mm, with unequal time distribution in the active growing season (April 1 to September 30). Frosts return is a quite often phenomena in spring and affect fruit trees with early blooming as apricot.

Phenological observations and physical and chemical analyses on plants were done. The beginning of flowering was considered when the first open flower was visible and its end was noticed when the last petals of the flowers fell. The blooming intensity was noted from 0 (absent) to 5 (abundant), according to the research methodology of fruit tree breeding (Cociu and Oprea, 1989).

Determination of dry matter was conducted by reading it directly from the refractometric scale (Zeiss) and the determination of acidity was based on potentiometric titration with the solution of sodium hydroxide (AOAC, 1995).

The trees and fruit characteristics were evaluated according to the Methodology for testing new varieties of fruit trees, shrubs and rootstock in order to approve the homologation and International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) guidelines.

During 2006-2016 the fruit yield was recorded starting with the 5<sup>th</sup> year after planting, when fruit production was considered stable. The average yield was evaluated by weighing the fruit of five apricot trees of each hybrid (kg/tree) and then as kg/ha.

## Results and discussion

### Genotypes description

**‘V.T 96.08.81’** Tree is with medium vigor, erect; abundant blooming takes place in April from 7 to 17 (table 1). The fruit is large, has an average weight of 63-65 grams. The shape of the fruit is spherically-elongated, yellow-orange, with a little red on the sunny side. The flesh is light yellow, fine texture, high succulence. The stone is small, representing about 5% of the total weight of the fruit, with the bitter core. The ripening period is in the third decade of June. Fruits can be used both fresh and processed.

**‘V.T 85’** Tree is with medium vigor, erect; abundant blooming takes place in April from 11 to 20 (table 1). Ripening time is at the beginning of July and the yield is 23.7 kg/tree, or 14.78 t/ha (table 2).

**‘V.T 39/45’** Tree is with high vigor, the predominant fruiting branches are the bouquets of May and the annual shoots. Blooming occurs in the first and second decades of April, is abundant and lasts for an average of 9 days. The fruit is large, with an average weight of 55 grams (table 2), ovoid shape, slightly tapering at the base and prolonged to the top, slightly



flattened on the flanks. The background color is yellow-orange with red infiltrations on the sunny side and fine-velvety pubescent. The flesh is yellowish-orange with good smoothness and succulence, with sweet-acid taste and flavor. The bitter kernel represents 5.8% of the total weight of the fruit and is non-adherent to the flesh. The maturing period is in the second and third decades of June. Fruits can be used both fresh and processed. ‘**V.T 91.01.48**’ Tree is erect, medium to high vigor, yields on short strands and on annual growths. Blooming occurs in the first two decade of April, is abundant and lasts for an average of 10 days. The fruit is medium in size, with an average weight of 42 grams. Round shape, the background color is orange covered with red-carmines on the sunny sides. The flesh is orange, non-adherent, firm, flavored. The stone represents 6.8% of the total weight of the fruit with a bitter core. The ripening period is in the second and third decades of June. Fruits can be used both fresh and processed.

‘**V.T 94.02.88**’ Tree is of small to medium vigor with the erect habit. It blooms both on short branches (bouquets of May) and annual branches. Blooming occurs in the first and second decade of April, is abundant and lasts for an average of 12 days. The fruit is medium size, about 50 grams, elongated spherical shape. The color is intense yellow-orange, the cover color is red-carmines on about 45% of the fruit surface, the thickness of the skin is medium soft velvety. The special aspect of this apricot is conferred by the nectarine-like gloss. The flesh is orange, the consistency is firm, slightly acidified, sweet taste with the apricot specific aroma. The kernel represents about 7% of the fruit weight, non-adherent to flesh, bitter core. The ripening time is in the second and third decades of June. Fruits can be used both fresh and processed.

‘**Goldrich**’ (control) is an American cultivar, spread out in many Romanian orchards. The tree vigor is medium to high; blossoming time: early, very abundante (table 1). The pollination cultivars are ‘Tudor’, ‘N.J.A. 42’, ‘C.R. 2-63’, ‘Earliril’, ‘Harcot’; ripening time: early, from 3rd to 14th of July; The productive potential is under the new introduced apricot cultivars (12.4 t/ha<sup>y</sup>, table 1). The total acidity is very high (over 2.1 mg % malic acid/100 g flesh fruit) if the harvesting of the fruit takes place before fully ripening. It is recommended for fresh or for can industry (jam, compote, nectare).

Table 1. Phenological stages and average yield of apricot at RSFG Constanta, Romania (2005- 2016)

Genotypes	Flowering time		Flowering intensity <sup>x</sup>	Ripening time	Yield	
	Beginning	Ending			Kg/tree	t/ha <sup>y</sup>
V.T 96.08.81	07.04	17.04	4	25.06	7.8	4.86
V.T 85	11.04	20.04	5	2.07	23.7	14.78
V.T 39/45	31.03	10.04	4	10.06	10.2	6.36
V.T 91.01.48	08.04	16.04	4	4.06	18.3	11.41
V.T 94.02.88	06.04	15.04	4	3.06	17.2	10.73
<b>Average of the apricot</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>15.44</b>	<b>9.62</b>
Goldrich (control)	19 III	28 III	4	3.07	18.0	11.25

<sup>y</sup> The orchard density: 624 trees/ha (4m/4m);

<sup>x</sup> Flowering intensity: 0 = 0%, 1= 0% to 25%, 2= 25% to 50%, 3= 50% to 75%, 4= 75% to 100%, 5= 100%.

Table 2. Apricot cultivars - fruit characteristics (2005- 2016) RSFG Constanta, Romania

Genotypes	Fruit mean weight (g)	Dry matter (%)	Acidity <sup>z</sup> (%)	Fruit destination
V.T 96.08.81	63-65	9.0-12.0	0.66-1.42	fresh or for can industry
V.T 85	65-78	11.0-13.0	0.55-1.0	fresh or for can industry
V.T 39/45	50-60	11.0-12.0	0.70-1.0	fresh or for can industry
V.T 91.01.48	42-49	10.0-12.0	0.92 - 1.4	fresh or for can industry
V.T 94.02.88	47- 53	9.0-12.0	0.62 -1.4	fresh or for can industry
Goldrich - control	50-55	11.5-14.0	1.70 – 2.1	can industry or for fresh

<sup>z</sup>Acidity: mg malic acid / 100 g flesh fruit

## Conclusions

All studied apricot cultivars had resistance to late frost in spring and an abundant flowering (intensity noted with 4 and 5). The data (2005- 2016) show the limits of the blooming period between 7.IV and 20.IV.

The yield of the studied apricot varieties was higher versus 'Goldrich' (Control) for 'V.T 85' that had an average yield of 14.78 t/ha and for 'V.T 91.01.48' having 11.41 t/ha.

Dry matter expressed by refractometric method had values between 9.0% -13% (all studied hybrids) and 11.5-14.0% ('Goldrich').

Acidity (mg malic acid/100 g flesh fruit) of the studied hybrids ranged between 0.55 mg% ('V.T 85') and 2.1 mg% ('Goldrich' – control).

## References

- AOAC, (1995). Official methods of analysis (16th edition). Ed. Association of official analytical chemists. Washington DC, USA.
- Audergon J.M, Burgos L., Egea J. (2006). Variability in cultivar characteristics as factors influencing productivity of apricot. *Acta Hort. (ISHS)* 701, 267-269.
- Balan V., Stanica Fl., Chira L., Asanica A., Oprea M., Topor E., Hoza D., Marin I.D., Corneanu M., Tudor V., Chira A., Nistor E., Chireceanu C., Stefan S., (2008). The apricot-tree and the apricots. Ed. Ceres, Bucuresti, pp. 686.
- Bassi D., Audergon J.M. (2006). Apricot breeding: update and perspectives. *Acta Hort. (ISHS)* 701, 279-294.
- Cociu, V., and Oprea, S. (1989). Research methods of fruit breeding. Ed. Dacia, Cluj-Napoca, pp. 98.
- Cociu V., (1993). The Apricot. Ed. Ceres, București.
- Couranjou J., 1975. L'amélioration génétique de l'abricotier. INRA Publications 387, 388, 407.
- Indreias et al, (2010). Results concerning the behaviour of some rootstocks for apricot tree in the nursery field. *Acta Hort. (ISHS)* 862, 385-390.
- International Union for the Protection of New Varieties of Plants, (1995). Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Apricot [*Prunus armeniaca* (L.) Batsch]. Geneva, Switzerland.
- Soil Survey Staff (1999). Soil Taxonomy - A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA-SCS. Agric. Handbook 436.
- World Reference Base for Soil Resources (2006). A framework for international classification, correlation and communication. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 145 pp, <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/wsr103e.pdf> (accessed March 29, 2017).

## Aklimatizacija biljaka malina iz TIB sustava inokuliranih s *Bradyrhizobium sp.* i rizobakterijama promotorima biljnog rasta (PGPR)

Aleksandar Stanisavljević<sup>1</sup>, Ivna Štolfa<sup>2</sup>, Brigita Popović<sup>1</sup>, Dejan Bošnjak<sup>1</sup>,  
Toni Kujundžić<sup>1</sup>, Branka Viljanac<sup>2</sup>, Tihana Teklić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J.J. Strossmayer u Osijeku, Vladimira Preloga 1,  
31000 Osijek, Hrvatska (astanis@pfos.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8 / A, 31000  
Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Adaptacija biljaka na *ex vitro* uvjete predstavlja posljednju i najosjetljiviju fazu u mikropropagaciji voćnog sadnog materijala. Aplikacija kompetitivne mikroflore putem PGPR u rizosferu korijena presadnica malina (*Rubus idaeus* L.) iz TIB sustava provedena je na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku s ciljem bolje adaptacije biljaka u fazi aklimatizacije. Tretmani su uključivali aplikaciju PGPR roda *Bacillus sp.* i *Bradyrhizobium sp.*, te njihovu međusobnu kombinaciju u usporedbi s kontrolnom varijantom (bez bakterija). Nakon 30 dana izvršeno je mjerenje stope preživljavanja biljaka i morfoloških parametara (visina presadnica, broj izdanaka, broj i veličina listova). Tretman s *Bacillus sp.* (FB) i kontrolni tretman (K) rezultirao je značajno većom stopom preživjelih biljaka u odnosu na ostale tretmane. Tretman kombinacija oba roda bakterija (MIX) rezultirao je značajno većim biljkama (visina) u odnosu na sve tretmane, te značajno većim brojem izdanaka u odnosu na tretman s *Bradyrhizobium sp.* (PFOS). Na tretmanu MIX zabilježena je najznačajnija stopa mortaliteta. Tretman s *Bradyrhizobium sp.* (PFOS) rezultirao je značajno većim listovima ali je njihov broj značajno manji u odnosu na sve ostale tretmane. Broj listova značajno je veći na tretmanu s *Bacillus sp.* (FB) i kontrolnoj varijanti (K). Dobiveni rezultati ukazuju potencijal aplikacije kompetitivne mikroflore na bazi *Bacillus sp.* sojeva u aklimatizaciji maline iz TIB sustava. Daljnja istraživanja potrebno je usmjeriti na određivanje povoljnih koncentracija i mehanizama djelovanja, uključujući i antioksidativni status tretiranih biljaka.

**Ključne riječi:** malina, TIB, aklimatizacija, PGPR

### Uvod

Mikroorganizmi povezani s biljkom, posebice endofiti oduvijek se apostrofiraju kao uzročnici problema kontaminacije (Leifert i sur., 1994.) i predmet su istraživanja mnogih protokola njihove eliminacije prilikom uvođenja inicijalnog materijala u *in vitro* kulturu (Stanisavljević i sur., 2017.). Neki od tih organizama predstavnici su korisne biljne bakterijske mikroflore koji mogu poboljšati performanse nekih biljaka, odnosno voćnih vrsta u stresnom okružju što u konačnici ima odraz na rast, sadržaj nutritivnih elemenata i prinos (Karlidag i sur., 2007, Esikten i sur., 2009, Karakurt i sur., 2011.). U rizosferi odvijaju se vrlo intenzivne i važne interakcije biljka – tlo – mikroorganizmi – mikrofauna koje mogu značajno utjecati na budući rast i razvoj biljnog materijala. U rizosferi bakterije su najbrojniji mikroorganizmi, a rhizobakterije su kompetentne bakterije rizosfere koje agresivno koloniziraju korijen biljke u svim fazama rasta (Antoun i Kloepper, 2001.). Svega 2-5% rizogenih bakterija možemo nazvati rizobakterijama promotorima biljnog rasta ili PGPR (*eng.* Plant Growth Promoting Rhizobacteria) jer sadrže kompetitivnu miklofloru koja ima pozitivan utjecaj na rast i razvoj biljaka (Kloepper i Schroth, 1978.). Izvorna definicija ih obilježava kao slobodno živuće bakterije (Kloepper i sur., 1989.), a neke od njih napadaju

tkiva biljaka i izazivaju neprimjetne i asimptomatske infekcije (Sturz i Nowak, 2000.). Izvorna definicija rod *Rhizobia* i *Bradyrhizobia* ne uvrštava u PGPR, a sama fiksacija dušika u nodulama leguminoza ne pripisuje se mehanizmu djelovanja PGPR (Bashan i sur., 2004.) nego uspostavljanja simbioze s homolognom biljkom domaćinom. Asocijativne dušično-fiksirajuće bakterije koje ne izazivaju morfološke promjene na biljci domaćinu smatraju se PGPR. PGPR utječu na određene pozitivne promjene u biljaka izravnim ili neizravnim načinom djelovanja (Lazarovits i Nowak, 1997.). Izravni mehanizmi uključuju proizvodnju bakterijsko stimulativnih hlapljivih tvari i fitohormona, snižavanje razine etilena u biljci, poboljšanje dostupnosti hranjivih tvari (oslobađanje fosfata i mikronutrijenata iz netopivih izvora; nesimbiotska fiksacija dušika - biofertilizanti) i stimulacija mehanizama otpornosti na bolesti (inducirana sistemska otpornost - fitostimulatori). Neizravnim djelovanjem PGPR djeluju kao biokontrolni agensi koji smanjuje obolijevanja - biopesticidi, stimuliraju druge korisne simbioze ili štite biljku na zagađenim tlima - rhizoremedijatori (Somers i sur., 2004.).

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi adaptibilnost presadnica malina proizvedenih na tekućem mediju (TIB sustav) upotrebom bakterija iz grupe PGPR na *ex vitro* uvjete. Svrha ovog istraživanja je moguća supstitucija za korištenje standardnih fungicida i gnojiva te izbjegavanje njihovog potencijano toksičnog djelovanja u fazi inicijacije korijena maline.

### Materijal i metode

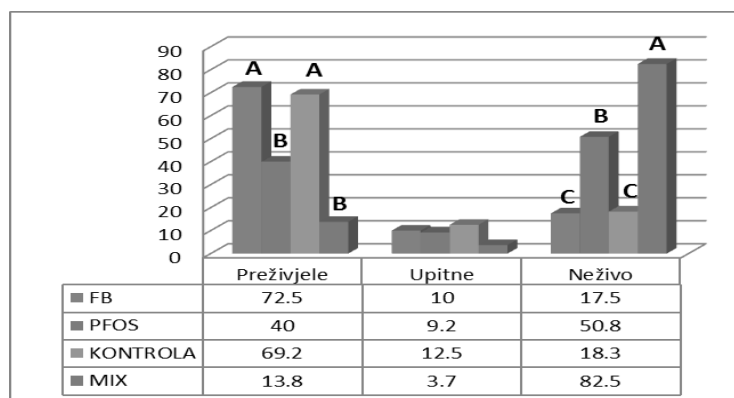
Aplikacija kompetitivne mikroflore putem PGPR u rizosferu korijena presadnica malina (*Rubus idaeus L.*) iz TIB sustava provedena je na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku (zaštićeni prostor unutar fakulteta) s ciljem bolje adaptacije biljaka u fazi aklimatizacije. Tretmani su uključivali aplikaciju bakterija roda *Bacillus sp.* (komerijalno sredstvo na bazi sojeva *Bacillus supstilus*  $1,10 \times 10^8/\text{cm}^3$ , *Bacillus megaterium*  $1,24 \times 10^7/\text{cm}^3$  i *Saccharomyces sp.*  $1,16 \times 10^6/\text{cm}^3$  spora - tretman FB), bakterija iz roda *Bradyrhizobium sp.* (sastav zaštićen patentom - tretman PFOS), te njihovu međusobnu kombinaciju (tretman MIX) u usporedbi s kontrolnom varijantom (tretman K - bez bakterija). Biljke su proizvedene u suvremenom TIB sustavu SETIS, uzgajane su na tekućoj DKW podlozi u fazi multiplikacije, odnosno na podlozi MS u fazi ukorijenjavanja s imerzijom (potapanje) četiri puta u danu po 3 minute. Korijen presadnica je prije sadnje potapan u 0,25%-tne suspenzije navedenih bakterija (tretmana) koji su nakon sadnje još dodatno putem aplikatora ubrizgani u rizogeno područje supstrata. Pokus je postavljen po bloknom sustavu u 3 ponavljanja. Svaki tretman je uključivao 60 biljaka ( $3 \times 20 = 60$  biljaka/tretman). Nakon pikanja u perlitne kontejnere uspostavljen je kontrolirani režim vlage, temperature ( $24\text{ }^\circ\text{C}$ ) i svjetla (16/8). Početni režim vlage iznosio je 90% (7 dana) nakon čega je smanjen na 80% (7 dana) i stabiliziran do kraja ciklusa na 70%. Po završetku promatranog ciklusa (30 dana) izvršeno je mjerenje stope preživljavanja biljaka i morfoloških parametara (visina presadnica, broj izdanaka, broj i veličina listova)

Svi utvrđeni rezultati su analizirani uobičajenim metodama statističke obrade podataka pomoću SAS Software 9.3, programske podrške (2002.-2010., SAS Institute Inc., Cary, USA) i Microsoft Office Excell 2010. Korištene su slijedeće statističke metode: analiza varijance (ANOVA), statistički testovi značajnosti utjecaja primijenjenih tretmana – F test i Fisher's LSD test (*eng.* Least Significant Difference) ( $p \leq 0.05$ ).

### Rezultati i rasprava

Najveća stopa preživjelih biljaka zabilježena je na tretmanu s aplikacijom sojeva *Bacillus sp.* (FB). Tretman *Bacillus* = PGPR (FB – 72,5%) i kontrolni tretman (K – 69,2%) rezultirali su značajno većom stopom preživjelih biljaka i brojem listova (FB – 9,21 i K – 9,25) u odnosu na ostale tretmane (Grafikon 1, Tablica 1). Uspjeh tretmana FB pripisujemo vrstama

iz roda *Bacillus sp.* za koje Jetiyanon i sur., (2003.) navode njihov pozitivan učinak u biološkoj kontroli protiv paleži, antraknoze, mozaične bolesti, naročito *Bacillus megaterium* kao antimikotik za Phytophthoru (Jung i Kim, 2003.). *Bacillus supstilus* također sintetizira antimikotik koji inhibira rod *Fusarium* (Kumar, 1999.), a soj RB14 *Rhizoctonia solani* (Asaka i Shoda, 1996.).



Grafikon 1. Stopa preživjelih presadnica po tretmanima (<sup>AB</sup> razina  $p \leq 0.05$ )

Tablica 1. Utjecaj pojedinih tretmana na promatrane morfološke parametre presadnica

	Visina	Izdanci	Listovi	Velicina lista
FB ( <i>Bacillus sp.</i> )	3,03 <sup>B</sup>	3,07 <sup>AB</sup>	<b>9,21<sup>A</sup></b>	24,36 <sup>B</sup>
PFOS ( <i>Bradyrhizobium sp.</i> )	2,98 <sup>B</sup>	2,26 <sup>B</sup>	7,11 <sup>B</sup>	<b>27,08<sup>A</sup></b>
MIX	<b>4,21<sup>A</sup></b>	<b>3,54<sup>A</sup></b>	4,29 <sup>C</sup>	23,24 <sup>B</sup>
KONTROLA	2,87 <sup>B</sup>	2,97 <sup>AB</sup>	<b>9,25<sup>A</sup></b>	23,13 <sup>B</sup>
<i>F-test</i>	10,67	3,16	21,51	5,98
<i>p</i>	<,0001	0,0296	<,0001	0,0010

\* Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne, <sup>AB</sup> razina  $p \leq 0,05$

Tretman kombinacijom oba roda bakterija (MIX) rezultirao je značajno većim biljkama (4,21 cm) u odnosu na sve ostale tretmane (Tablica 1), te značajno većim brojem izdanka (3,54) u odnosu na tretman s *Bradyrhizobium sp.* (PFOS). Na tretmanu MIX zabilježena je najznačajnija stopa mortaliteta u odnosu na sve ostale tretmane od čak 82,5% (Grafikon 1). Tretman s *Bradyrhizobium sp.* (PFOS) rezultirao je značajno većim listovima (27,08 cm) ali je njihov broj (4,29) značajno manji u odnosu na sve ostale tretmane. Nekolicina istraživača navodi da pojedini predstavnici roda *Rhizobia sp.* mogu proizvesti fitohormone, siderofore, HCN te mogu kolonizirati korijen mnogih ne-leguminoznih biljaka (Reiter i sur., 2002.; Chaintreuil i sur., 2000.). Rod *Rhizobia sp.* ima dobar potencijal uporabe u biološkoj kontroli protiv nekih biljnih patogena (Bardin i sur., 2004; Reitz i sur., 2000.)

## Zaključak

U suvremenoj rasadničarskoj proizvodnji ulimativni cilj je smanjiti upotrebu pesticida i kemijskih gnojiva koja se koriste u fazi aklimatizacije, pri čemu bakterije iz skupine PGPR pokazuju veliki potencijal kako u biološkoj kontroli bolesti i štetnika, tako i u promociji rasta te povećanju prinosa i kvalitete. Tretman s bakterijama iz roda *Bacillus sp.* (*Bacillus supstilus* i *Bacillus megaterium*) rezultirao je najvećom stopom preživljavanja (72,5%).

Pretpostavka je da osim posrednog učinka putem stvaranja specifičnih metabolita svoju efikasnost ispoljava i kompetitivnom kolonizacijom u rizogenoj zoni. Tretman s bakterijama iz roda *Bradyrhizobium sp.* očekivano nije rezultirao pozitivnim utjecajem na rizogenezu pikiranih biljaka, niti sinergističkim učinkom u kombinaciji s bakterijama iz roda *Bacillus sp.* (naveća stopa mortaliteta 82,5%). Međutim, kombinacija oba roda bakterija nakon 30 dana rezultirala je značajno pozitivnim razlikama u mjerenim morfološkim parametrima (visina i broj izdanaka presadnica). Dobiveni rezultati ukazuju na potrebu daljnjih ispitivanja u stvaranju kompetitivne mikroflore na bazi *Bacillus sp.* u aklimatizaciji maline ali i drugih srodnih vrsta. Analiza antioksidativnog statusa tretiranih biljaka (indikator stresa) može ukazivati na mehanizam djelovanja i poslužiti kao koristan alat u daljnjoj standardizaciji protokola.

### Napomena

Ovo istraživanje je provedeno u sklopu VIP projekta „Suvremene tehnologije proizvodnje voćnih sadnica“ (broj 2016-14-55).

### Literatura

- Antoun H. and Kloepper J. W. (2001). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR), in: Encyclopedia of Genetics, Brenner, S. and Miller, J.H., eds., Academic Press, N.Y., pp.1477-1480.
- Asaka O. and Shoda M. (1996). Biocontrol of Rhizoctonia solani damping-off of tomato with *Bacillus subtilis* RB14, Appl. Environ. Microbiol. 62:4081-4085.
- Bardin S. D., Huang H.-C., Pinto J., Amundsen E. J., and Erickson R. S. (2004). Biological control of Pythium damping-off of pea and sugar beet by *Rhizobium leguminosarum* bv. viceae, Can. J. Bot. 82: 291-296.
- Bashan Y., Holguin G., and de-Bashan L. E. (2004). Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003), Can. J. Microbiol.50:521-577.
- Chaintreuil C., Giraud E., Prin Y., Lorquin J. Bâ A., Gillis M., de Lajudie P., and Dreyfus B. (2000). Photosynthetic bradyrhizobia as natural endophytes of the African wild rice *Oryza breviligulata*, Appl. Environ. Microbiol. 66: 5437-5447.
- Esitken A., Yildiz H.E., Ercisli S., Figen Donmez M., Turan M., Gunes A. (2009). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. Scientia Horticulturae 124 (2010) 62–66, doi:10.1016/j.scienta.2009.12.012
- Jetiyanon K., Fowler W. D. and Kloepper J. W. (2003). Broad-spectrum protection against several pathogens by PGPR mixtures under field conditions in Thailand, Plant Dis. 87:1390-1394.
- Jung H.-K. and Kim S.-D. (2003). Purification and characterization of an antifungal antibiotic from *Bacillus megaterium* KL 39, a biocontrol agent of red-pepper phytophthora blight disease, Kor. J. Microbiol. Biotechnol. 31:235-241.
- Karakurt H., Kotan R., Dadaşoğlu F., Aslantaş R., Şahin F. (2011). Effects of plant growth promoting rhizobacteria on fruit set, pomological and chemical characteristics, color values, and vegetative growth of sour cherry (*Prunus cerasus* cv. Kütahya). Turk J Biol 35, 283-291, TÜBİTAK, doi:10.3906/biy-0908-35
- Karlidag H., Esitken A., Turan M., Sahin F. (2007). Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple.. Scientia Horticulturae 114 (2007) 16–20, doi:10.1016/j.scienta.2007.04.013
- Kloepper J. W. and Schroth M. N. (1978). Plant growth-promoting rhizobacteria on radishes in: Proceedings of the 4th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria. Vol 2. Station de Pathologie Végétale et de Phytobactériologie, INRA, Angers, France, pp. 879-882.
- Kloepper J. W., Lifshitz R. and Zablutowicz R. M. (1989). Free-living bacterial inocula forenhancing crop productivity, Trends Biotechnol. 7:39-44.
- Kumar B. S. D. (1999). Fusarial wilt suppression and crop improvement through two rhizobacterial strains in chick pea growing in soils infested with *Fusarium oxysporum* f.sp. ciceris, Biol. Fert. Soils. 29: 87-91.

- Lazarovits G. and Nowak J. (1997). Rhizobacteria for improvement of plant growth and establishment, *HortScience* 32:188-192.
- Leifert C., Morris C. E., Waites W. M. (1994). Ecology of microbial saprophytes and pathogens in tissue culture and field-grown plants: reasons for contamination problems in vitro. *Crit. Rev. Plant Sci.* 13:139-183.
- Reiter B., Pfeifer U, Schwab H., and Sessitsch A. (2002). Response of endophytic bacterial communities in potato plants to infection with *Erwinia carotovora* subsp. *Atroseptica*, *Appl. Environ. Microbiol.* 68:2261-2268.
- Reitz M., Rudolph K., Schröder I., Hoffmann-Hergarten S., Hallmann J., and Sikora R. A. (2000). Lipopolysaccharides of *Rhizobium etli* strain G12 act in potato roots as an inducing agent of systemic resistance to infection by the cyst nematode *Globodera pallida*, *Appl. Environ. Microbiol.* 66:3515-3518.
- Somers E., Vanderleyden J., and Srinivasan M. (2004). Rhizosphere bacterial signalling: a love parade beneath our feet, *Crit. Rev. Microbiol.* 30:205-240.
- Stanisavljević A., Bošnjak D., Štolfa I., Vuković R., Kujundžić T., Drenjančević M. (2017). Sterilization of different explant types in micropropagation of CAB-6P and Gisela 6 cherry rootstock. *Poljoprivreda*, Vol.23 No.2 Prosinac 2017. <https://doi.org/10.18047/poljo.23.2.5>
- Sturz A.V. and Nowak J. (2000). Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops, *Appl. Soil Ecol.* 15:183-190.

## **Acclimatization of raspberry plants from TIB system inoculated with *Bradyrhizobium* sp. and plant growth promoting bacteria (PGPR)**

### **Abstract**

Adaptation of plants to *ex-vitro* conditions represents the last and most sensitive phase in micropropagation of fruit planting material. The application of competitive microflora via PGPR in the rhizosphere of the raspberry plants (*Rubus idaeus* L.) from the TIB system was carried out at the Faculty of Agriculture in Osijek with the aim of better adaptation of the plants in the phase of acclimatization. The treatments included the PGPR genus *Bacillus* sp. and *Bradyrhizobium* sp., and their mutual combination compared to the control variant (without bacteria). After 30 days, we measured the survival rate of plants and morphological parameters (seedlings height, number of shoots, leaf number and size). Treatment with *Bacillus* sp. (FB) and control (K) resulted in significantly higher survival rates compared to other treatments. Treatment of the combination of both genera (MIX) resulted in significantly larger plants (height) in relation to all treatments, and significantly higher number of shoots compared to treatment with *Bradyrhizobium* sp. (PFOS). The most significant mortality rate was recorded on MIX treatment. Treatment with *Bradyrhizobium* sp. (PFOS) resulted in significantly larger leaves but their number is significantly smaller than all other treatments. The number of leaves is significantly higher in the treatment with *Bacillus* sp. (FB) and the control variant (K). The obtained results indicate the potential of competing microflora application on *Bacillus* sp. grows in the acclimatization of raspberries from the TIB system. Further studies should be directed to the determination of favorable concentrations and mechanisms of action, including the antioxidant status of the treated plants.

**Key words:** raspberry, TIB, acclimatization, PGPR

## Energetska iskoristivost kore i sjemenke nara

Neven Voća, Tajana Krička, Anamarija Peter, Matea Grubor, Ana Matin, Vanja Jurišić

*Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska  
(nvoca@agr.hr)*

### Sažetak

Posljednjih godina istraživanja su pokazala pozitivne učinke upotrebe poljoprivrednih ostataka u svrhu proizvodnje energije. Biomasa koja nastaje nakon prerade nara (*Punica granatum L.*), a to su kora i sjemenke, čine gotovo 45 do 60% ukupne mase ploda. Cilj ovog istraživanja je utvrditi mogućnost korištenja biomase, odnosno kore i sjemenki ploda nara koji ostaju nakon njegove prerade te utvrditi njihov potencijal kao energenta u svrhu dobivanja toplinske i električne energije. Istraživanje je provedeno na dvije sorte nara uzgojene u Hrvatskoj (*Glavaš* i *Dividiš*) i pokazalo kako ostatak nakon prerade nara ima odlična goriva svojstva i potencijal u proizvodnji energije.

**Ključne riječi:** nar, sastav, biomasa, energija

### Uvod

Potencijal proizvodnje energije iz biomase vrlo je velik diljem svijeta. Također, biomasa trenutno predstavlja najvećeg proizvođača energije iz obnovljivih izvora energije. Takva proizvodnja kreira nove i stalne poslove, uglavnom u ruralnom području, što pridonosi balansiranom rastu poljoprivrede. Također, u budućnosti se može očekivati još veći razvoj tehnologija za korištenje biomase kao i veća implementacija pa čak i u trenutno industrijski jako razvijenim zemljama. Danas postoji cijeli niz sustava za preradu biomase i same tehnologije razvijaju se u mnogo pravaca, pri čemu biomasa postaje sve iskoristivija. Upotreba biomase za proizvodnju energije izravnim izgaranjem vrlo je stara metoda, no ipak vrlo efikasna. Tehnologija direktnog izgaranja biomase vrlo je raširena po cijelome svijetu te postoji veliki niz postupaka i metoda kojima je moguće biomasu pretvoriti u energiju. Primjerice, najkorišteniji sustavi za izgaranje je peletirana ili briketirana biomasa kao i kogeneracijska postrojenja (Van Loo i sur., 2008).

Hrvatska, kao poljoprivredna zemlja, ima znatan potencijal za proizvodnju energije iz biomase, a posljednjih godina istraživanja su obuhvatila spektar poljoprivrednih ostataka (komina masline, vinski trop, pulpe) koje su ukazali na njihov veliki potencijal u proizvodnji energije. Nar (*Punica granatum L.*) predstavlja jednu vrlo atraktivnu, mediteransku biljku duge povijesti. Uzgoj nara proširen je na svim kontinentima, a najviše u zemljama uz Sredozemno more te na području Irana, Afganistana i Indije, kao i SAD-a. U Hrvatskoj, nema značajno velikih komercijalnih nasada nara, njih nekoliko većih je u dolini rijeke Neretve. Unatoč visokoj kakvoći arilusa i soka, sortiment nara u Hrvatskoj ne prati svjetske trendove. Također, nar predstavlja izvor bioaktivnih komponenata koje pozitivno utječu na ljudsko zdravlje (Radunić i sur., 2011). Kora i sjemenke ploda nara danas su vrlo zanimljive raznim granama znanosti, počevši od medicine, ekologije, industrije (Khan i sur., 2011), stoga ne bi trebalo biti razloga da isto ne bude slučaj i s njihovim korištenjem biomase kao izvorom energije. Specifičnost nara vezana je uz biomasu koja nastaje nakon njegove prerade. Naime, gotovo 45 do 60% ukupne mase ploda upravo čine kora i sjemenke, koje se trenutno odlažu na odlagališta otpada bez ikakve daljnje uporabe. Stoga je cilj ovog istraživanja utvrditi mogućnost korištenja biomase kore i sjemenke ploda nara koji ostaju nakon njegove prerade te utvrditi njihov energetski potencijal u svrhu proizvodnje toplinske i električne energije.



## Materijal i metode

Provedeno je istraživanje na kori i sjemenkama ploda nara dviju različitih sorti, s područja doline Neretve i to sorte *Glavaš* i *Dividiš*. Svaki uzorak bio je analiziran u tri ponavljanja i statistički obrađen. Nakon što su uzorci zaprimljeni u laboratorij, odvojene su kora i sjemenke ploda te su ostavljeni da se prirodno osuše u okolišnim uvjetima te potom mljeveni u fini prah, usitnjavanjem na laboratorijskom mlinu (IKA, Njemačka, 2008). Određivanje udjela pepela provodi se sukladno standardnoj metodi CEN/TS 15148:2009 u mufolnoj peći (Nabertherm, Njemačka, 2010). Udio koksa određen je prema standardnoj metodi (CEN/TS 15148:2009). Pojam fiksirani ugljik (Cfix) se odnosi na čvrstu frakciju koja ostaje nakon isparavanja hlapivih komponenti, a određuje se računski (CEN/TS 15148:2009). Sadržaj hlapivih tvari određuje se računski (CEN/TS 15148:2009), kao i sadržaj gorive tvari uzorka (CEN/TS 15148:2009). Ogrjevna vrijednost određena je korištenjem standardne ISO (HRN EN 14918:2010) metode u adijabatskom kalorimetru (IKA, Njemačka, 2010). Atomska apsorpcijska spektrometrija jedna je od najčešće primjenjivanih kemijskih analitičkih metoda. Ona predstavlja kvantitativnu analizu niza makro i mikro elemenata u nekom uzorku (Perkin Elmer, SAD, 200). Određivanje sadržaja celuloze, hemiceluloze i lignina provedeno je sukladno modificiranoj standardnoj metodi (ISO 5351-1:1981).

## Rezultati i rasprava

Nakon prerade nara (*Punica granatum L.*), preostaje od 45 do 60% ukupne mase ploda koju čine kora i sjemenke. Ostaci iz voćarstva kao što su kore, ljuske, komine, trop, stabljike, koštice i sjemenke predstavljaju veliki potencijal u proizvodnji energije, a slijedom toga mogu doprinijeti smanjenju ukupnih troškova proizvodnje. Izravnim izgaranjem takvih ostataka na obiteljskim gospodarstvima ili prerađivačkim postrojenjima mogla bi se donekle postići neovisnost u smislu potrebe za toplinskom i/ili električnom energijom. Kvalitetna energetska sirovina treba imati nizak sadržaj vode; nizak sadržaj pepela; nizak sadržaj fiksiranog ugljika; visoku gornju ogrjevnu vrijednost te visok sadržaj koksa (Jurišić i sur., 2016). U tablici 1 prikazane su energetske karakteristike kore i sjemenke nara.

Tablica 1. Energetske karakteristike kore i sjemenke nara

Parametar	Glavaš		Dividiš	
	Kora	Sjemenke	Kora	Sjemenke
Pepeo(%)	5,12a	2,77c	4,19b	2,77c
Koks (%)	13,08d	14,14c	16,00b	17,90a
C Fix (%)	7,97c	11,37b	11,82b	14,70a
Gorive tvari (%)	87,57a	91,76a	86,28a	86,81a
Hlapive tvari (%)	79,60a	80,39a	74,47a	72,10a
Gornja ogrjevna vrijednost (MJ/kg)	15,37a	15,89a	15,21a	16,31a

Srednje vrijednosti  $\pm$  SD sa istim slovom nisu signifikantno različite ( $p < 0,05$ )

Pepeo je anorganski ostatak, koji preostaje nakon izgaranja biomase, a njegova količina određuje kvalitetu biomase kao goriva. Za očekivati je da će drvena biomasa imati oko 0,3% vrijednosti pepela, dok se opće vrijednosti biomase pojavljuju u rasponu manjem od 5 do 20% (Yao et al., 2005). Garcia i sur. (2012) navode da pepeo kore nara iznosi 6,8%, a Ullah i sur. (2012) su utvrdili 5% pepela. Ucar i sur. (2009) u sjemenkama četiri različite vrste nara utvrdili su srednju vrijednost pepela u iznosu od 1,83%, a Dadashi i sur. (2013) 1,70%. Prema svim vrijednostima dobivenim ovim istraživanjem, kao i navedenim podacima, lako se može zaključiti da ostaci nara mogu biti poželjni za izravno izgaranje, kada se uzme u

obzir da veće količine pepela uzrokuju stvaranje čađe i korozije u sustavima za izgaranje biomase (Biedermann i sur., 2005).

Koks preostaje kao rezultat procesa u kojem na vrlo visokoj temperaturi dolazi do izgaranja gorivih, odnosno hlapivih tvar. U ovom istraživanju najviši sadržaj koka bio je u uzorku sjemeki sorte *Dividiš* i iznosio je 17,90% a najniži u kori sorte *Glavaš* i iznosio je 13,08%. Obzirom da kora ploda nara ima jako slične vrijednosti sadržaja koka, čak i veće od *Mischantusa* (17,5%) ili koštica važnijih hortikulturnih vrsta (16% za koštice trešnje i višnje), a sadržaj koka je poželjno svojstvo goriva, nar bi mogao predstavljati dobru sirovinu za proizvodnju energije. Sadržaj fiksiranog ugljika predstavlja kruti ostatak nakon gorenja, odnosno otpuštanja hlapivih tvari pri čemu se ne računa pepeo (Garcia i sur., 2012). Najviša vrijednost fiksiranog ugljika ovog istraživanja iznosila je 14,70% za sjemenke sorte *Dividiš*, dok je najniža vrijednost od 7,97% predstavljala količinu u kori sorte *Glavaš*. Garcia i sur. (2012) dobili su vrijednost za koru nara u iznosu od 25,20%, dok su Ucan i sur. (2009) za sjemenke nara dobili 14,08%. Biomasa općenito ima vrlo visok sadržaj hlapivih tvari, s vrijednostima koje se uobičajeno kreću oko 75%, no mogu se povećati čak i do 90%, što naravno ovisi o vrsti uzorka (Khan i sur., 2009). Od svih istraživanih uzoraka vidljivo je da sjemenke sorte *Glavaš* imaju najveći postotak hlapivih tvari u iznosu od 80,39%. Garcia i sur. (2012) navode da se u njihovom istraživanju u uzorcima kore nalaze hlapive tvari čije se vrijednosti kreću oko 68%, a Ucar i sur. (2009) navode da se u sjemenke nara analiziranih u njihovom istraživanju nalazilo oko 78,71% hlapivih tvari. Sadržaj gorivih tvari u ovom istraživanju kretao se od 86,28% za koru sorte *Dividiš*, što ujedno predstavlja i najnižu vrijednost gorivih tvari, pa sve do visokih 91,76% za sjemenke sorte *Glavaš*.

Poznati su primjeri nekoliko različitih vrsta biomase i goriva nastalih iz biomase te fosilnih goriva s njihovim pripadajućim ogrjevnim vrijednostima (biljni ostaci 5,8-16,7 MJ/kg, drva 8,2-18,7 MJ/kg). Rezultati svih uzoraka bez obzira na sortu (*Glavaš* i *Dividiš*) i vrstu uzorka (kora ili sjemenke) kreću se u rasponu od 15,21 do 16,31 MJ/kg. Kada usporedimo navedene vrijednosti s rezultatima iz literature gdje Garcia i sur. (2012) navode za koru ploda nara gornju ogrjevnu vrijednosti od 15,17 MJ/kg, možemo utvrditi da je ta vrijednost gotovo jednaka dobivenim rezultatima u ovom istraživanju.

Atomskom apsorpcijskom spektrometrijom analizirani su sadržaji makro i mikro elemenata u usitnjenom kori i sjemenkama ploda dviju različitih sorta nara. i prikazani u tablici 2. U ovom istraživanju analiziran je udio sedam elemenata u navedenim uzorcima. Tako su provedene analize Ca, Fe, Mg, Na, učinjena je analiza Pb kao teškog metala i analiza dvaju alkalijskih metala, odnosno makro elemenata Na i K. Vassilev i sur. (2010) navode kako postoje različiti načini pojavljivanja minerala u biomasi i to može biti posljedica obrade biomase ili sam izvor biomase.

Tablica 2. Mikro i makro elementi kore i sjemenke nara

Parametar	Glavaš		Dividiš	
	Kora	Sjemenke	Kora	Sjemenke
Ca (mg/kg)	3.182,74a	170,84c	1.723,17b	141,90c
Fe (mg/kg)	23,64a	28,79a	37,17a	29,45a
K (mg/kg)	3.531,81a	1301,47c	2791,65b	2310,53b
Mg (mg/kg)	658,69c	885,93a	723,65b	801,58a
Na (mg/kg)	64,98b	48,82c	79,73a	62,83b
Pb (mg/kg)	41,77a	10,96c	24,12bc	31,16b
Zn (mg/kg)	33,12a	26,81ab	31,03a	20,86b

Srednje vrijednosti sa istim slovom nisu signifikantno različite ( $p < 0,05$ )

Ullah i sur. (2012) kod analize olova dobili su rezultat u iznosu od 4 mg/kg, kalij je iznosio 1100 mg/kg, što su vrijednosti značajno niže od vrijednosti istraživanih sorata *Glavaš* i *Dividiš*. Ucar i sur. (2009) analizirali su sadržaj magnezija u svojim uzorcima sjemenke i srednja vrijednost iznosila je 1755,84 mg/kg. Ta vrijednost nalazi se negdje otprilike u središtu između analiziranih vrijednosti sjemenki u ovom istraživanju. Također i Ucar i sur. (2009) su kod svojih rezultata za željezo, za četiri različite sorte nara dobili srednju vrijednost sličnu ovom istraživanju, koja je iznosila 26,16 mg/kg, cink je iznosio 41,48 mg/kg, što je veća vrijednost od rezultata dobivenih ovim istraživanjem koji su se kretali od 20,86 pa do 33,12 mg/kg. Nadalje, dobili su srednju vrijednost sadržaja kalcija u svojim uzorcima u iznosu od 588,83 mg/kg, natrij je iznosio 147,79 mg/kg, kalij 2874,17 mg/kg koji se jedini nije značajno razlikovao u odnosu na istraživane sorte.

Obzirom da se lignocelulozna biomasa po sastavu se sastoji od lignina, hemiceluloze i celuloze (Janušić, 2016), u ovom istraživanju provedena je analiza istih. Većina poljoprivredne lignocelulozne biomase sastoji se od 10-25% lignina, 20-30% hemiceluloze i 40-50% celuloze. U tablici 3 prikazani su rezultati istraživanja lignocelulozne biomase istraživanih sorti nara.

Tablica 3. Prikaz sadržaja celuloze, hemiceluloze i lignina kore i sjemenke nara

Parametar	Glavaš		Dividiš	
	Kora	Sjemenke	Kora	Sjemenke
Hemiceluloza (%)	17,86b	23,91a	26,49a	27,95a
Lignin (%)	26,26	32,07	31,29	32,59
Celuloza (%)	16,95b	32,00a	14,99b	33,42a

Srednje vrijednosti sa istim slovom nisu signifikantno različite ( $p < 0,05$ )

S obzirom na različite sorte i vrste uzoraka vidljivo je da vrijednosti celuloze i hemiceluloze jako variraju dok je postotak lignina u odnosu na celulozu i hemicelulozu najveći u sva tri uzorka. Najveći postotak lignina u sva tri uzorka ima uzorak pod nazivom *Glavaš* sjemenke i iznosi 32,07%. Prema Ucaru i sur. (2009) analizirane sjemenke nara neodređene sorte sadržavale su 26,98% celuloze, 39,67% lignina i 25,52% hemiceluloze. Prema Snachezu i sur. (2016), sadržaj celuloze u kori mandarine iznosio je 29,87%, dok je u kori ananasa iznosio 21,66%. Sadržaj lignina u kori mandarine iznosio je 13,91%, dok je u kori ananasa iznosio 10,06%. Obzirom na rezultate drugih autora kao i na rezultate ovog istraživanja uočeno je da se rezultati dosta razlikuju s obzirom na vrstu voća, te vrstu uzorka (različiti rezultati po pitanju kore i sjemena pojedinih vrsta voća).

## Zaključak

Temeljem provedenih analiza biomase kore i sjemenki nara u ovom radu, može se zaključiti:

1. Biomasa kore i sjemenke nara predstavlja atraktivan resurs za proizvodnju energije.
2. Analiza sastava pokazala je razliku u sadržaju vlage, pepela, koksa, fiksiranog ugljika, hlapivih i gorivih tvari, te sadržaju celuloze, lignina i hemiceluloze kao i gornje ogrjevne vrijednosti između sorti.
3. Zadovoljena je pretpostavka za kvalitetnu energetska sirovinu iz biomase koja pretpostavlja; nizak sadržaj pepela i fiksiranog ugljika; te minimalni sadržaj metala i minerala, dok teži što višem sadržaju koksa, gorivih i hlapivih tvari, gornjoj ogrjevnoj vrijednosti, sadržaju celuloze, lignina i hemiceluloze.

## Napomena

Ovo istraživanje financirala je Hrvatska zaklada za znanost, u okviru projekta br. 3328, "Converting waste agricultural biomass and dedicated crops into energy and added value products – bio-oil and biochar production".

## Literatura

- Bidermann, F., Obernberger, I. (2005). Ash related Problems During Biomass Combustio. Possibilities for Sustainable Ash Utilisation. Institute Agrotechnology & Food Innovations-Biobased Products. Austrian Bioenergy Center. Austria.
- Dadashil S., Mousazadeh M., Emam-Djomeh Z., Mousavi M.S. (2013). Pomegranate (*Punica granatum* L.) seed: A comparative study on biochemical composition and oil physicochemical characteristics. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1 (4): 351-363.
- García R., Pizarro C., Lavín A. G., Bueno J. L. (2012). Characterization of Spanish biomass wastes for energy use. *Bioresource technology*, 103(1), 249-258.
- Jurišić V., Krička T., Matin A., Bilandžija N., Antonović A., Voća N., Torić T. (2016). Proizvodnja energije i proizvoda dodane vrijednosti pirolizom koštica trešnje i višnje. Zborniku radova sa Simpozija agronoma, Zagreb. Republika Hrvatska.
- Khan A. K., Hane S. (2011). Antibacterial Properties of *Punica granatum* Peels. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 2(3): 23-27.
- Radunić M., Goreta Ban S., Gadže J. (2011). Šipak. Institut za jadranske kulture i melioraciju krša. Split.
- Ucar S., Karagoz S. (2009). The slow pyrolysis of pomegranate seeds: The effect of temperature on the product yields and bio-oil properties. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 84:151-156.
- Ullah N., Ali J., Khan F. A., Khurram M., Hussain A., Rahman I., Rahman Z., Shafqatullah. (2012). Proximate Composition, Minerals Content, Antibacterial and antifungal Activity Evaluation of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Peels Powder. *Middle. East. J. of Scientific Research*, 11(3): 396-401.
- Van Loo, S., Koppejan, J. (2008). *The Handbook of Biomass Combustion and Co-Firing*. Earthscan. UK
- Yao B. Y., Changkook R., Adela K., Yates N. E., Sharifi V. N., Swithenbank J. (2005). Effect of fuel properties on biomass combustion. Part II. Modelling approach identification of the controlling factors. *Fuel* 84(16), 2116–2130.

## Energy properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel and seeds

### Abstract

In recent years, research has shown positive effects of using agricultural residues for the purpose of energy production. Biomass that emerges after the processing of the pomegranate (*Punica granatum* L.), which is peel and pomegranate seeds, make almost up to 45-60% of the total weight of the fruit. Therefore, it is necessary to investigate the energy properties of residues, to investigate their applicability for use as raw material for energy production. This paper deals with the physicochemical and fuel analysis of the peel and pomegranate seeds of two different varieties of pomegranate grown in Croatia (*Glavaš* and *Dividiš*). The results show that residues after pomegranate processing have excellent fuel properties and potential in energy production.

**Key words:** pomegranate, content, biomass, energy

## Nutritivni sastav svježih plodova, soka i pulpe gojia (*Lycium barbarum*)

Sandra Voća<sup>1</sup>, Nadica Dobričević<sup>1</sup>, Jana Šic Žlabur<sup>1</sup>, Stjepan Pliestić<sup>1</sup>, Iva Jagatić<sup>2</sup>, Ante Galić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska  
(jszlabur@agr.hr)

<sup>2</sup>Diplomski studij, Hortikultura, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Cilj ovog rada bio je utvrditi nutritivni sastav u uzorcima svježih plodova gojia, soka i pulpe. Analizom nutritivnog sastava istraživanih uzoraka utvrđene su značajne razlike u količini vitamina C. U uzorcima voćne pulpe gojia dokazan je znatno veći antioksidacijski kapacitet. Iskoristivost soka kod gojia je mala, svega 35,79%, no s obzirom na rezultate nutritivnog sastava, sok gojia predstavlja važan proizvod. Temeljem dobivenih rezultata može se zaključiti kako su prema nutritivnom sastavu i antioksidacijskom kapacitetu uzorci voćne pulpe najznačajniji izvor hranjivih tvari, dok se najveći sadržaj vitamina C nalazi u svježim plodovima gojia.

**Ključne riječi:** plod gojia, vitamin C, kemijski sastav, antioksidacijski kapacitet

### Uvod

Na ORAC skali vrijednosti antioksidacijske aktivnosti plodovi gojia su među najvišim u usporedbi s drugim voćnim vrstama (Rice-Evans i sur., 1995.). Plod gojia je boba narančasto crvene boje, duguljastog oblik, duljine od 1 do 2 cm. Bobe zriju od srpnja do listopada. Od proizvoda gojia na tržištu su prisutni različiti proizvodi, između ostalog sušene bobbe, sok te pripravak za vodenu otopinu (Potterat i Hamburger, 2008.). Najveći izvoznik i uzgajivač gojia je Kina (Burke i sur., 2005.). Plodovi gojia su bogati antioksidansima, aminokiselinama i esencijalnim masnim kiselinama. Sadrže velike količine vitamina C, željeza i mnogih drugih nutrijenata (Daug, 2014.). Zbog bogatog nutritivnog sastava plodovi gojia imaju široki spektar djelovanja: jačaju imunološki sustav, usporavaju proces starenja organizma, sprječavaju nastanak leukemije i karcinoma te različitih drugih oboljenja (Feskanich i sur., 2000.; Berendschot i sur., 2002.). Preporučena dnevna doza bobbe je 10-30 g i ne postoji gornja granica u konzumiranju gojia (Zhao i sur., 2005.). Na hrvatskom tržištu se rijetko u ponudi nalaze svježe bobbe jer su vrlo osjetljive u manipulaciji i transportu te su podložne oštećenjima. Zato na tržištu postoje sušene bobbe ili sok. Vrlo često dostupne su i u obliku nezaslađene kaše (Rice-Evans i sur., 1995.; Kähkönen i sur., 1999.).

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na uzorcima gojia (*Lycium barbarum*) koje su uzgojene na obiteljskom gospodarstvu „OPG Fucak“ u Đurđevcu. Nasad gojia star je četiri godine. Sadnice su sadene na razmak 1,5 m u redu. Provedene su sve osnovne agrotehničke mjere (gnojidba, orezivanje). Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu, a plodovi su uzorkovani s 30 grmova, s ukupnom masom 5 kg. Berba svježih plodova izvršena je 25. srpnja kada je postignuta tehnološka zrelost gojia. Analiziran je svježi plod, sok dobiven cijedenjem iz svježeg ploda te voćna pulpa preostala nakon izdvajanja soka. Nakon što su goji bobbe dopremljene u laboratorij, izdvojene su one s oštećenjima te je izvagana sveukupna masa plodova. Sok je dobiven cijedenjem svježeg ploda uz pomoć centrifugalnog sokovnika

„Bullet Express“ (Njemačka). Nakon procesa dobivanja soka ostala je voćna pulpa koja je odvojena za analiziranje. U pripremljenim uzorcima određeni su sljedeći kemijski parametri: suha tvar, ukupne kiseline, pH vrijednost, topljiva suha tvar, sadržaj vitamina C, antioksidacijski kapacitet. Suha tvar, topljiva suha tvar, ukupna kiselost i pH vrijednost analizirane su standardnim metodama (AOAC,1995) kao i vitamin C (AOAC,2002), a antioksidacijski kapacitet ABTS metodom (Miller i sur., 1993.; Re i sur., 1999.). Dobiveni rezultati statistički su obrađeni u programu SAS/STAT verzija 9.3 (2010). Korišten je Duncanov test signifikantnosti razlika (1 %); \*\*=  $p < 0,001$ .

### Rezultati i rasprava

U Tablici 1 prikazan je udio soka i pulpe u svježoj sirovini gojia. Prema Tablici 1 od ukupne mase sirovine (svježih boba) koja je iznosila 4190,6 g dobiveno je 1500 mL soka, što čini iskoristivost od 35,79 %. Također, odvajana je i pulpa koja je prikazana kao udio ostatka, a iznosi 61,43 %. Prema dobivenim rezultatima udio soka je vrlo nizak, ali s obzirom na bogat nutritivni sastav, sok predstavlja mogući novi proizvod.

Tablica 1. Udio soka i pulpe u plodovima gojia

Uzorak	Masa (svježe bobe) (g)	Volumen (sok) (mL)	Masa(pulpa) (g)	Udio pulpe (%)	Udio soka (%)
Goji	4190,6	1500	2574,1	61,43	35,79

U Tablici 2 prikazani su rezultati analize osnovnog kemijskog sastava istraživanih uzoraka gojia. Značajna statistička razlika ( $p < 0,001$ ) između istraživanih uzoraka utvrđena je samo za parametar ukupne suhe tvari, dok za ostale istraživane parametre ona nije utvrđena. Uvidom u dobivene rezultate vidljivo je da između svježih boba, soka i ostatka pulpe nisu utvrđene razlike u topljivoj suhoj tvari, sadržaju ukupnih kiselina i pH vrijednosti. Visoke vrijednosti suhe tvari u istraživanim uzorcima gojia dokazuju visoku nutritivnu vrijednost goji kao voćne vrste. Dobivene vrijednosti suhe tvari s obzirom na istraživane uzorke gojia su varirale u rasponu od 14,08 % (sok) do 29,52 % (pulpa). Rezultati suhe tvari u svim istraživanim uzorcima bili su manji od vrijednosti koje su dobivene u dosadašnjim istraživanjima. Istrati i sur. (2013.) navode vrijednost od 59,16 % u svježim plodovima gojia. Kod dobivenih vrijednosti topljive suhe tvari istraživanih uzoraka gojia nije dokazana značajna razlika. Vrijednosti topljive suhe tvari kod uzoraka gojia variraju od 11,50 % (svježe bobe) do 13,25 % (sok). Istrati i sur. (2013.) navode da vrijednost topljive suhe tvari u soku gojia iznosi više od 10 % što je u skladu s rezultatima ovog istraživanja. Sadržaj ukupnih kiselina u analiziranim uzorcima gojia izražen je prema jabučnoj kiselini, a varira od 0,35 % (sok) do 0,42 % (svježe bobe). Prema rezultatima istraživanja nije utvrđena značajna razlika u sadržaju ukupnih kiselina između uzoraka svježih gojia, soka i pulpe. Istraživanja drugih autora pokazala su da sadržaj ukupnih kiselina kod svježih gojia iznosi 1,54 % (Istrati i sur., 2013.). Utvrđena pH vrijednost istraživanih uzoraka gojia bila je u rasponu od 4,70 (pulpa) do 4,80 (svježe bobe). Dobiveni rezultati pH vrijednosti u skladu su s dobivenim rezultatima ukupnih kiselina gdje nije utvrđena značajna razlika. Prema istraživanjima je utvrđena blaga kiselost svježih plodova. Istrati i sur. (2013.) navode da je pH vrijednost u svježim plodovima gojia iznosila 6,05 što pokazuje razliku u odnosu na dobivene vrijednosti. Na razlike u rezultatima parametara osnovnog kemijskog sastava dobivenih u ovom istraživanju i rezultata drugih autora utječu različiti faktori kao što su prvenstveno genetske karakteristike i ekološki čimbenici.

Tablica 2. Osnovni kemijski sastav istraživanih uzoraka gojia

Uzorak	Suha tvar (%) **	TSS (%) NS	Ukupne kiseline (%) NS	pH NS
Svježe bobbe	23,02 <sup>ab</sup> ±0,23	11,50±2,12	0,42±0,07	4,80±0,06
Sok	14,08 <sup>b</sup> ±0,47	13,25±1,77	0,35±0,01	4,78±0,01
Pulpa	29,52 <sup>a</sup> ±2,85	12,00±1,05	0,40±0,01	4,70±0,02

\*\* -  $p \leq 0,001$ ; NS - nije signifikantno, različita slova pridodana prosječnim vrijednostima upućuju na značajne razlike između sorata po pojedinom kemijskom parametru ploda nakon provedenoga t testa.

Vitamin C je vrlo važan antioksidacijski spoj. Esencijalna je tvar te ju ljudsko tijelo ne može samostalno proizvesti već je mora unijeti hranom (Kastner, 2003.). Prema rezultatima ovog istraživanja, sadržaj vitamina C varira od 21,25 mg/100 g (sok) do 53,45 mg/100 g (svježe bobbe) (Tablica 3). Najmanji sadržaj utvrđen je u uzorcima soka dok je najveći utvrđen u svježim bobama. Istraživanja drugih autora pokazala su da se sadržaj vitamina C kod svježih plodova gojia kreće od 29 mg/100 g do 49 mg/100 g (Donno i sur., 2015.) što odgovara rezultatima ovog istraživanja. Antioksidacijski spojevi predstavljaju inhibitore oksidacijskih procesa u organizmu koji mogu dovesti do razvoja kroničnih bolesti kao što su bolesti krvožilnog sustava ili karcinom (Prakash i sur., 2001.). Antioksidansi su ključni za zdravlje i normalno djelovanje ljudskog organizma. Istraživanja su pokazala kako antioksidansi, poput vitamina C, fenolnih kiselina, karotenoida, antocijana i drugih spojeva, pozitivno utječu na ljudsko zdravlje (Istrati i sur., 2013.). Rezultati određivanja antioksidacijskog kapaciteta u ovom istraživanju ne pokazuju statistički značajnu razliku između uzoraka svježih bobba, soka i pulpe (Tablica 3). Vrijednosti antioksidacijskog kapaciteta kod analiziranih uzoraka variraju od 2012,86  $\mu\text{molTE/kg}$  (sok) do 2183,45  $\mu\text{molTE/kg}$  (pulpa) (Tablica 3). Prema rezultatima, najviši antioksidacijski kapacitet utvrđen je za uzorak pulpe (2183,45  $\mu\text{molTE/kg}$ ). Prakash i sur. (2001.) navode da vrijednost antioksidacijskog kapaciteta kod svježih gojia iznosi 3500  $\mu\text{molTE/kg}$  dok su u ovom istraživanju dobivene značajno manje vrijednosti. No kao i za sve istraživane parametre odstupanja od literaturnih vrijednosti mogu biti uzrokovane sortom te pedo klimatskim faktorima.

Tablica 3. Sadržaj vitamina C i antioksidacijski kapacitet u uzorcima gojia

UZORAK	Vitamin C (mg/100 g) ***	Antioksidacijski kapacitet ( $\mu\text{molTE/kg}$ ) *
Svježe bobbe	53,45 <sup>a</sup> ±1,43	2123,95 <sup>a</sup> ±18,78
Sok	21,25 <sup>b</sup> ±1,80	2012,86 <sup>a</sup> ±17,46
Pulpa	30,32 <sup>b</sup> ±1,72	2183,45 <sup>a</sup> ±47,55

\* -  $0,01 \leq p \leq 0,05$ ; \*\*\* -  $p \leq 0,0001$ , različita slova pridodana prosječnim vrijednostima upućuju na značajne razlike između sorata po pojedinom kemijskom parametru ploda nakon provedenoga t testa.

## Zaključak

Iz analize gojia može se zaključiti da je udio soka vrlo nizak, ali s obzirom na bogat nutritivni sastav sve više se u Hrvatskoj uzgajaju i koriste kao namirnica u prehrani, neovisno konzumiraju li se svježe ili konzervirane. Temeljem dobivenih rezultata može se zaključiti kako između svježih boba, soka i ostatka pulpe nisu utvrđene razlike u topljivoj suhoj tvari, sadržaju ukupnih kiselina i pH vrijednosti. Visoka vrijednost suhe tvari u istraživanim uzorcima gojia dokazuje visoku nutritivnu vrijednost gojia kao voćne vrste. Prema rezultatima ovog istraživanja najmanji sadržaj vitamina C utvrđen je u uzorcima soka dok je najveći utvrđen u svježim bobama. Rezultati ovog istraživanja mogu poslužiti kao osnova za buduća istraživanja mehaničkog sastava, kemijskog sastava i sadržaja bioaktivnih tvari u gojiu, koje su zbog svog pozitivnog utjecaja na ljudsko zdravlje sve popularnija namirnica u svakodnevnoj prehrani.

## Literatura

- AOAC (1995). *Official Methods of Analysis* (16 th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC (2002). *Official Methods of Analysis* (17 th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Berendschot T.T., Broekmans W.M., Klopping-Ketelaars I.A., Kardinaal A.F., Van Poppel G., Van Norren D. (2002). Lens aging in relation to nutritional determinants and possible risk factors for age-related cataract. *Arch Ophthalmology*, 120(12):1732-7.
- Burke D.S., Smidt C.R., Vuong L.T. (2005). *Momordica cochinchinensis*, *Rosa roxburghii*, wolfberry and sea buckthorn highly nutritional fruits supported by tradition and science. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 3(4): 259-266.
- Daug, D. (2014). Grow the alpha superfood in your garden. *Countryside and Small Stock Journal*, 7: 63-67.
- Donno D., Beccaro G.L., Mellano M.G., Cerutti A.K., Bounous G. (2015). Goji berry fruit (*Lycium spp.*): antioxidant compound fingerprint and bioactivity evaluation. *Journal of Functional Food*, 18: 757-1200.
- Feskanich D., Ziegler R.G., Michaud D.S., Giovannucci E.L., Speizer F.E., Willett W.C., Colditz G.A. (2000). Prospective study of fruit and vegetable consumption and risk of lung cancer among men and women. *Journal of National Cancer Institute*, 92: 1812–23.
- Istrati D., Vizireanu C., Iordachescu G., Dima F., Garnai M. (2013). Physico-chemical characteristics and antioxidant activity of goji fruits jam and jelly during 19 storage. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati*, 37: 100-110.
- Kähkönen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J.P., Pihlaja K., Kujala T.S, Heinonen M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 3954-3962.
- Kastner U. (2003). Vitamin C – seminar paper. Grin, Njemačka.
- Miller, N.J., Diplock, A.T., Rice-Evans, C., Davies, M.J., Gopinathan, V., Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, 84 (4): 407–412.
- Potterat O., Hamburger M. (2008). Goji juice: a novel miraculous cure for longevity and well being? A review of composition, pharmacology, health-related claims and benefits. *Schweizerische Zeitschrift für Ganzheitsmedizin*, 20: 399–405.
- Prakash A., Rigelhof F., Miller E. (2001). Antioxidant activity. *Medallion Laboratories Analytical Progress*, 19.2: 1-4.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C.A. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26 (9-10): 1231-1237.
- Rice-Evans C.A., Miller N.J., Bolwell G.P., Bramley P.M., Pridham J.B. (1995): The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radical Research*, 22: 375–383.
- SAS/STAT (2010). *Verzija 9.3*; SAS Institute. Cary, NC, SAD.
- Zhao R., Li Q., Xiao B. (2005). Effect of *Lycium barbarum* polysaccharide on the improvement of insulin resistance in NIDDM rats. *Yakugaku Zasshi*, 125: 981–988.



## **Nutritional composition in fresh goji berries, goji juice and fruit pulp (*Lycium barbarum*)**

### **Abstract**

The aim of this study was to determine the nutritional composition of fresh goji berries, goji juice and fruit pulp. The nutritional composition analysis of the studied goji samples (fresh berries, juice and pulp) showed significant differences in the content of vitamin C. In goji pulp samples a significantly higher content of antioxidant capacity was determined compared with juice samples and fresh berries. The juice yield from goji berries is relatively low, only 35.79%, but according to the results of nutritional composition, goji juice is an important product. Based on the research results can be concluded that, according to the nutritional composition and antioxidant capacity, samples of goji pulp represent the most valuable source of nutrients while the highest content of vitamin C was determined in fresh goji berries.

**Key words:** goji berries, vitamin C, chemical composition, antioxidant capacity

ISSN 2459-5543