

# AGRICULTURE IN NATURE AND ENVIRONMENT PROTECTION: proceedings & abstracts 12th international scientific/professional conference

---

Gantner, Vesna; Gregić, Maja; ...,; Rašić, Sanda; Baličević, Renata;  
Ravnač, Boris; Vinković, Tomislav; Tkalec Kojić, Monika; Stošić, Miro;  
...,; ...

**Edited book / Urednička knjiga**

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

*Publication year / Godina izdavanja:* **2019**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:126719>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-27**



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](#)



PROCEEDINGS & ABSTRACTS

12<sup>th</sup> international scientific/professional conference

# AGRICULTURE IN NATURE AND ENVIRONMENT PROTECTION

Osijek, Republic of Croatia, 27<sup>th</sup>- 29<sup>th</sup> May 2019





**AGROglas**

**AGROGLAS**

Biweekly magazine for agriculture,  
food production, rural living and animal keeping



&

**ISTRO**

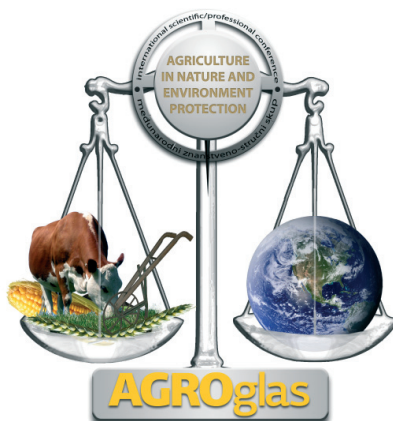
International Soil Tillage Research Organization



**HDPOT**

Croatian Soil Tillage Research Organization

Proceedings & abstracts  
12<sup>th</sup> international scientific/professional conference



## **AGRICULTURE IN NATURE AND ENVIRONMENT PROTECTION**

Osijek, 27<sup>th</sup> - 29<sup>th</sup> May 2019.

Published: Glas Slavonije d.d., Osijek

Publisher: Ivan Šimić, ing.

Editors in Chief: Danijel Jug, PhD, Full Professor  
Bojana Brozović, PhD, Assistant Professor

Technical and graphical Editor: Tomo Đurić

Printed by: Glas Slavonije d.d., Osijek

Edition: 150

ISSN 1848-5456

**under the auspices / pod pokroviteljstvom**

MINISTRY OF AGRICULTURE / MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE

OSIJEK BARANJA COUNTY / OSJEČKO-BARANJSKA ŽUPANIJA

CITY OF OSIJEK / GRAD OSIJEK

**co-organizers / suorganizatori**

FACULTY OF AGROBIOTECHNICAL SCIENCES OSIJEK / FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

FACULTY OF AGRICULTURE IN ZAGREB / AGRONOMSKI FAKULTET ZAGREB

AGRICULTURE INSTITUTE OSIJEK / POLJOPRIVREDNI INSTITUT OSIJEK

ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES / AKADEMIJA POLJOPRIVREDNIH ZNANOSTI

#### ORGANISING COMMITTEE:

Ivan **Šimić**, ing. President  
Dean **Ban**, PhD  
Ferdo **Bašić**, Academician  
Ana **Crnčan**, PhD  
Mirko **Damjanović**, dr. vet. med.  
Krunoslav **Dugalić**, PhD  
Zoran **Grgić**, PhD, Full Professor  
Ivan **Guettler**, PhD  
Nicolas **Holden**, PhD, Full Professor (IR)  
Irena **Jug**, PhD, Full Professor  
Marina **Krivić**, BSc  
Jelena **Kristić**, PhD  
Pavo **Lucić**, PhD  
Blair M. **McKenzie**, PhD, Full Professor (UK)  
Renata **Prusina**, BSc  
Sanda **Rašić**, PhD, Assistant Prof  
Marija **Ravlić**, PhD  
Zdravko **Tušek**, BSc  
Nataša **Uranjek**, BSc  
Zvonimir **Zdunić**, PhD, Associate Professor  
Krunoslav **Zmaić**, PhD, Full Professor

#### CONFERENCE SECRETARY:

Tomislav **Sekulić**, BSc

#### SCIENTIFIC COMMITTEE:

Danijel **Jug**, PhD, Full Professor, President  
Slavica **Antunović**, PhD  
Mirjana **Baban**, PhD, Full Professor  
Renata **Baličević**, PhD, Associate Professor  
Marta **Birkas**, PhD, Full Professor (HU)  
Tina **Bobić**, PhD, Assistant Professor  
Vladan **Bogdanović**, PhD, Full Professor (SR)  
Bojana **Brozović**, PhD, Assistant Professor  
Andrej **Ceglar**, PhD (SL)  
Adina-Eliza **Croitoru**, PhD,  
Associate Professor (RO)  
Zoran **Dimov**, PhD, Full Professor (MK)  
Željko **Dolijanović**, PhD, Full Professor (SR)  
Boris **Đurđević**, PhD, Associate Professor  
Dalida **Galović**, PhD, Assistant Professor  
Maja **Gregić**, PhD  
Davorka **Hackenberger**, PhD., Assistant Prof.  
Goran **Heffer**, PhD, Full Professor  
Ilija **Komljenović**, PhD, Full Professor (BIH)  
Ivica **Kisić**, PhD, Full Professor  
Gabriella **Kanižai Šarić**, PhD, Associate Prof.  
Vladimir **Margeta**, PhD, Assistant Professor  
Pero **Mijić**, PhD, Full Professor  
Margarita **Nankova**, PhD, Full Professor (BG)  
Ivan **Plaščak**, PhD, Assistant Professor  
Klemen **Potočnik**, PhD, Full Professor (SLO)  
Nikica **Prvanović-Babić**, PhD, Associate Prof.  
Ljubica **Ranogajec**, PhD, Associate Prof.  
Irena **Rapčan**, PhD, Associate Professor  
Jean Roger **Estrade**, PhD, Full Professor (FR)  
Vladimir **Smutny**, PhD, Full Professor (CZ)  
Bojan **Stipešević**, PhD, Full Professor  
Aleksandra **Sudarić**, PhD  
Srđan **Šeremešić**, PhD, Assistant Prof. (SR)  
Snežana **Trivunović**, PhD, Full Professor (SR)  
Marijana **Tucak**, PhD  
Tatjana **Tušek**, PhD  
Vesna **Vukadinović**, PhD, Full Prof.  
Edward **Wilczewski**, PhD (PL)  
Željka **Zgorelec**, PhD, Associate Professor

Poštovani znanstvenici, dragi prijatelji i cijenjeni kolege,

“Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša” trajna je tema trodnevnog međunarodnog znanstveno-stručnog skupa koji ove godine organiziramo dvanaesti put. Inicijativu organiziranja ovog skupa pokrenuo je Agroglas, časopis za poljoprivredu Glasa Slavonije d.d., potaknut odnosom javnosti prema poljoprivrednoj proizvodnji, koja se često smatra jednim od najvećih zagađivača i onečišćivača okoliša.

Od samog početka u organizaciji skupa sudjeluje i Međunarodna organizacija za proučavanje obrade tla **ISTRO** (International Soil Tillage Research Organisation) i njezina hrvatska podružnica **HDPO**T (Hrvatsko društvo za proučavanje obrade tla).

Skup se tijekom ovih godina profilirao u forum na kojemu akademici, znanstvenici i stručnjaci iz Hrvatske i zemalja okruženja razmjenjuju saznanja i iskustva, prezentiraju rezultate recentnih istraživanja, a kroz razgovor neposrednih proizvođača, stručnjaka i znanstvenika profiliraju se smjernice novih istraživanja.

Prvi skup održan je 2008. godine, na sedmu godišnjicu izlaženja Agroglasa, s namjerom da se skrene pozornost na ulogu medija u društvu, značaj očuvanja okoliša, važnost znanosti te potrebu cjeloživotnog obrazovanja poljoprivrednika. Prvotna ideja organizatora skupa bila je održavati skup svake godine na drugom mjestu diljem lijepe nam Slavonije. Prvi smo održali u vukovarskom hotelu “Lav” i ostali tamo jedanaest godina. Hvala im na domaćinstvu, nesebičnom pomaganju u organizaciji i udovoljavanju svim našim zahtjevima. I zbog njih ovaj će skup ostati zapamćen kao “onaj skup u Vukovaru”, ali vrijeme je da se krene...

Ovogodišnji, 12. međunarodni znanstveno-stručni skup i 18. rođendan časopisa Agroglas svojevrсна je prekretnica u našem radu. Mjesto održavanja skupa od sada će biti na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti koji nam je podrška od prvog dana. I ove godine u žarište analize aktualnih tema stavljamo okrugli stol čija je tema ovaj put “Izazovi biljne proizvodnje u okviru klimatskih promjena”, a čiju je suorganizaciju prihvatila Akademija poljoprivrednih znanosti, s kojom ćemo i nadalje usko surađivati. Novi iskorak je od ove godine i uvođenje nagrade. Naime, u sjećanje na tragično preminulu glavnu urednicu Agroglasa i idejnu začetnicu ovog skupa uvodimo Nagradu “Roberta Sorić” koja će se dodjeljivati mladim znanstvenicima za izvrsnost i izniman doprinos znanstveno-stručnom skupu koji su zaslužili najboljim prijavljenim znanstvenom radom.

Dodajmo na kraju kako će na ovogodišnjem skupu biti prezentirano šest plenarnih izlaganja te 55 znanstvenih i stručnih radova podijeljenih u pet tematskih sekcija. Skup ćemo i ovaj put, tradicionalno, završiti ugodnim, ali i poučnim druženjem na slavonskim imanjima.

Želim vam uspješan rad.

**Ivan Šimić, ing.**

Predsjednik Organizacijskog odbora



## PROGRAM

### PLENARNO IZLAGANJE / PLENARY SECTION

1. **Márta Birkás, Danijel Jug, Ivica Kisić, Igor Đekemati, Gergő Péter Kovács**  
- Challenge in the 21st century – water management in soils
2. **Vesna Gantner, Vladan Bogdanović, Maja Gregić**  
- Increase of the competitiveness of the livestock sector through knowledge and innovations
3. **Smiljana Goreta Ban, Katja Žanić, Mario Franić, Dean Ban**  
- Mulching in vegetable production: effects on growth, yield and pests management
4. **Andrej Cegljar** - Pannonian basin - hotspot in future climate
5. **Nataša Uranjek, Marko Teni, Vedran Lipić, Andrea Galić**  
- Zakonska regulativa u području zaštite okoliša - od ideje do realizacije izgradnje stočarske farme
6. **Paulo Pereira, Igor Bogunović**  
- Land degradation neutrality. How to reverse land degradation with conservation agriculture practices?

### SECTION I\* Biljna proizvodnja / Plant production

1. **Goran Jukić, Krešimir Sunjić, Ivan Varnica, Krunoslav Dugalić, Ivana Rukavina**  
- Prinos zrna hibrida kukuruza grupe FAO 600 deklariranih 2018. godine u Republici Hrvatskoj
2. **Milan Biberdžić, Saša Barać, Dragana Lalević, Aleksandar Đikić, Vera Đekić, Jelena Stojiljković**  
- Yields of Some Varieties of Wheat, Depending on Soil Type and Compaction
3. **Biljana Ristakoska, Zoran Dimov, Tatjana Prentović** - The herbage yield and nutritional contents of oilseed rape (*Brassica napus* L.) depends from time of sowing and phase of harvesting
4. **Sanda Rašić, Mislav Ciboci, Renata Baličević** - Smilje - morfološka obilježja, uzgoj i uporaba
5. **Tomislav Vinković, Boris Ravnjak, Monika Tkalec Kojić, Miro Stošić, Ivana Talan**  
- Rast i razvoj presadnica salate pod utjecajem tretmana s Rivergreen-om®
6. **Boris Ravnjak, Tomislav Vinković, Monika Tkalec Kojić, Miro Stošić, Mateja Blažević**  
- Rast i razvoj presadnica kupusa pod utjecajem tretmana s Rivergreen®-om
7. **Toni Kujundžić, Mato Drenjančević, Aleksandar Stanisavljević, Dejan Bošnjak, Karolina Vrandečić, Vladimir Jukić** - Utjecaj različitih podloga na broj i masu zaperaka kod kultivara Merlot i Frankovka (*Vitis vinifera* L.) u vinogorju Đakovo
8. **Bojan Stipešević, Bojana Brozović, Danijel Jug, Irena Jug, Boris Đurđević, Vesna Vukadinović, Anamarija Banaj**  
- Usporedba karakteristika kokičanja više hibrida kukuruza kokičara

### SECTION II\* Animalna proizvodnja / Animal production

1. **Zlata Kralik, Manuela Grčević**  
- Utjecaj korištenja selenom fortificiranog kukuruza u hrani kokoši na profil masnih kiselina u jajima
2. **Vedran Nervo, Marijana Vrbančić, Tatjana Tušek**  
- Klinička slika i liječenje navikularnog sindrom u konja
3. **Marin Kovačić, Boris Lukić, Nikola Raguž, Polonca Margeta, Zlatko Puškadija**  
- Razvoj metode utvrđivanja genetski otpornih pčela na grinju (*Varroa destructor*)
4. **Ivona Djurkin Kušec, Ivica Bošković, Kristina Gvozdanović, Domagoj Ševerdija, Minja Zorc, Goran Kušec**  
- Metode genetske karakterizacije pasmine u podvrste *Canis familiaris*
5. **Ivana Prakatur, Matija Domaćinović, Zvonimir Steiner, Dalida Galović, Danijela Samac, Mario Ronta, Ivona Leko**  
- Uporaba maslačka (*Taraxacum officinale*) u hranidbi domaćih životinja

6. **Tatjana Jelen, Damir Alagić, Mato Čačić, Marijana Vrbančić, Vedran Nervo, Matija Tomašić**  
- Stresna osjetljivost kod rasplodnih nerastova u Republici Hrvatskoj od 2014. do 2017. Godine
7. **Vesna Gantner, Mirna Gavran, Dragan Dokić, Goran Vučković, Maja Gregić, Tina Bobić**  
- Differences in persistency of heat stress effect in first parity Holsteins due to region of breeding
8. **Maja Gregić, Kristina Zirn, Mirjana Baban, Dragan Dokić, Tina Bobić, Vesna Gantner**  
- Primjena infracrvene termografije u konjogojstvu
9. **Slavica Milovac, Ljuba Štrbac, Momčilo Šaran, Snežana Trivunović, Mirjana Baban, Maja Gregić, Klemen Potočnik** - Analiza pedigree konja kasačkih pasmina u Srbiji
10. **Nikica Prvanović Babić, Marija Lipar, Valerija Benko, Zrinka Štritof, Iva Getz, Marko Samardžija, Nino Mačešić, Silvio Vince, Juraj Grizelj, Tugomir Karadjole, Goran Bačić**  
- Alternativni pristup liječenju kroničnog endometritisa kobila primjenom inaktiviranog bakterijskog matriksa, smjese eteričnih ulja i propolisa
11. **Nataša Uranjek, Marko Teni, Vedran Lipić, Andrea Galić** - Utjecaj promjene sustava uzgoja na proizvodnju konzumnih jaja na farmama obveznika okolišne dozvole
12. **Danijela Samac, Đuro Senčić, Zvonko Antunović, Josip Novoselec, Ivana Prakatur, Željka Klir**  
- Opća načela ekološkog izgoja domaćih životinja
13. **Iva Grubišić Ćurić, Valentina Lepoglavec**  
- A Kingdom for a Horse! A Contrastive Analysis of Horse Idioms in English and Croatian
14. **Mirna Gavran, Maja Gregić, Vesna Gantner**  
- The variability in red deer population in hunting area in eastern Croatia

### SECTION III\* Agroekologija / Agroecology

1. **Tihomir Kovač, Martina Antunović, Biljana Crevar, Ante Lončarić, Bojan Šarkanj**  
- Uloga velvet kompleksa u regulaciji sekundarnog metabolizma plijesni roda *Aspergillus*
2. **Tihomir Kovač, Nenad Maslarević, Monika Bilić, Biljana Crevar, Marija Kovač, Ante Nevistić, Ante Lončarić, Vinko Krstanović, Kristina Mastanjević, Bojan Šarkanj**  
- Pojavnost deoksinivalenol-3-glukozida u pivu prisutnom na tržištu Republike Hrvatske
3. **Gabriella Kanižai Šarić, Ivana Majić, Krešimir Prtenjača**  
- Preživljavanje soja *Bradyrhizobium japonicum* u tekućem mediju
4. **Tatjana Tušek, Damir Alagić, Spomenko Triplat, Đurica Kalember, Marko Božurić, Miomir Stojnović, Vedran Nervo** - Physical, chemical and biological parameters of drinking water quality of the City of Velika Gorica water supply facility
5. **Ivica Kisić, Sanja Mesić, Kristina Marković, Jozo Prgomet, Ivica Perković, Iva Hrelja**  
- Utjecaj Spill-Sorb-a na koncentraciju organskih onečišćenja u tlu
6. **Dražen Čuklić, Tatjana Tušek, Marcela Andreato-Koren, Tatjana Jelen, Ivana Gotić, Maja Čuklić, Zdravko Bihar**  
- Aflatoksini u stočnoj hrani i mlijeku u Republici Hrvatskoj od 2012. do 2017.
7. **Marija Galic, Zeljka Zgorelec, Darija Bilandzija** - Soil carbon dioxide emissions in winter wheat vegetation influenced by agro-ecological factors and fertilization
8. **Marko List, Miomir Stojnović, Mario Panjičk**  
- Odvojeno prikupljanje i uporaba biootpada u bioplinskom postrojenju – primjer dobre prakse
9. **Hristina Poposka, Dusko Mukaetov, Zoran Dimov**  
- The effects of Mg foliar application on content of Mg, K and Ca ions in vine leaf and shoot on calcareous soil
10. **Marija Kristić, Marija Špoljarević, Vedran Orkić, Lucija Kereša, Sanja Grubišić, Andrijana Rebekić**  
- The content of the chloroplast pigments, phenols and vitamin C in the juice and the cellulose residue of the wheatgrass (*Triticum aestivum* L.)
11. **Leon Josip Telak, Igor Bogunovic**  
- Utjecaj napuštanja zemljišta na svojstva tla i smanjenje erozije vodom u mediteranskim uvjetima

- 12. Darko Dimić, Edita Štefanić, Stefan Teofilović, Sanda Rašić, Ivan Štefanić**  
- Floristički sastav korovne zajednice u soji (*Glycine max* (L.) Merr.) pri različitom razmaku sjetve
- 13. Igor Bogunović, Leon Josip Telak, Manuel Maticic, Paulo Pereira, Ivana Sestak, Aleksandra Percin**  
- Potential soil erodibility on tilled and grass covered vineyards in Ilok (Croatia)
- 14. Josipa Puškarić, Mirjana Brmež, Brigita Popović, Vladimir Ivezić** - Utjecaj konsocijacije nasada oraha (*Juglans regia* L.) i pšenice (*Triticum aestivum* L.) na trofičke grupe nematoda u tlu
- 15. Marija Ravlić, Renata Baličević, Pavo Lucić, Željka Vinković<sup>1</sup>, Eva-Lorena Pranjković, Danica Brnjić**  
- Laboratory assessment of selected wild plant species allelopathic potential on germination and growth of lettuce (*Lactuca sativa*)
- 16. Betina Kelemen, Jasenka Čosić, Emilija Raspudić, Ankica Sarajlić, Gabriella Kanižai Šarić, Ivana Majić**  
- Virulentnost entomopatogenih nematoda i prirodne populacije endofitskih organizama u gusjenicama kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis*)
- 17. Jelena Ravlić, Zvonimir Bede, Milutin Bede, Marija Ravlić**  
- Alelopatska tolerantnost sorti ozime pšenice na ekstrakte poljskog maka (*Papaver rhoeas* L.)
- 18. Pavo Lucić, Vlatka Rozman, Anita Liška, Renata Baličević, Ivan Paponja**  
- Insecticidal efficacy of rapeseed extract in lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica* Fab.) suppression
- 19. Boris Đurđević, Danijel Jug, Bojana Brozović, Vesna Vukadinović, Ana Nemet Đurđević, Juro Zovkić, Irena Jug** - Nitrogen rate prediction using empirical Bayesian kriging method for Osijek-Baranja County
- 20. Vukadinović Vesna, Jug Irena, Jug Danijel, Đurđević Boris, Bojana Brozović, Stipešević Bojan, Vlaović Stefan** - Fizikalna degradacija pseudogleja Slavonije i Baranje
- 21. Monika Tkalec Kojić, Brigita Popović, Zdenko Lončarić, Tomislav Vinković, Ivna Štolfa Čamagajevac, Nada Parađiković** - Mogućnost adaptacije in vitro presadnica divlje ruže u supstratima bez treseta

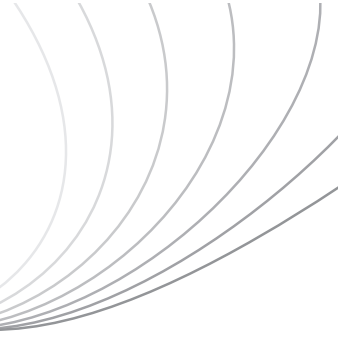
## SECTION IV\* Agroekonomija / Agro Economics

- 1. Sanja Jelić Milković, Ružica Lončarić, Antonija Sabljak** - Izravna prodaja ekoloških proizvoda
- 2. Dragan Dokić, Maja Gregić, Vesna Gantner** - Investicijski pristup u poljoprivrednoj proizvodnji na primjeru ruralnih prostora Republike Hrvatske i Republike Srbije
- 3. Ana Crnčan i David Kranjac**  
- Analiza stočarske proizvodnje Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije
- 4. Nataša Uranjek, Marko Teni, Vedran Lipić, Andrea Galić**  
- Pregled razvoja ekološke poljoprivrede u RH u razdoblju od 2013. do 2017.
- 5. Jelena Kristić, Josipa Lošonc, Željka Klir, Ana Crnčan**  
- Analiza kritičnih faktora uspjeha u proizvodnji kozjeg mlijeka
- 6. Jadranka Deže, Mirjana Baban, Ljubica Ranogajec**  
- Konjički turizam - potencijal razvitka Državne ergele lipicanaca u Đakovu
- 7. Mateja Jež Rogelj, Jasmina Vagan, Lari Hadelan, Tihana Kovačićek, Ornella Mikuš**  
- Potrebe i planirana ulaganja u poljoprivrednu infrastrukturu na području Krapinsko-zagorske županije

## SECTION V\* Poljoprivredna mehanizacija / Agricultural Machinery

- 1. Ivan Plaščak, Mladen Jurišić, Dorijan Radočaj, Anđelko Zdravac, Marija Ramić**  
- Prikaz i metodologija upravljanja urbanom vegetacijom u GIS okruženju
- 2. Ivan Vidaković, Goran Heffer, Katica Šimunović, Željko Barač, Antonio Đurkić**  
- Analiza trošenja kotrljajućih ležaja trakastog transportera za sjeme suncokreta
- 3. Mladen Jurišić, Ivan Plaščak, Dorijan Radočaj, Željko Barač, Irena Rapčan**  
- Precizna gnojdba usjeva primjenom dušičnih (N) senzora
- 4. Domagoj Zimmer, Mladen Jurišić, Željko Barač, Dorijan Radočaj, Pavle Marić**  
- Tehnički činitelji gnojdbje primjenom GIS tehnologije - BogBalle
- 5. Željko Barač, Ivan Plaščak, Tomislav Jurić, Mladen Jurišić, Goran Heffer, Domagoj Zimmer, Ivan Vidaković, Dorijan Radočaj, Saša Majstorović** - Utjecaj vibracija na sustav ruka-šaka pri radu traktora IMT 539

# Plenary section



## Challenge in the 21st century - water management is soils

Márta Birkás<sup>1</sup>, Danijel Jug<sup>2</sup>, Ivica Kisić<sup>3</sup>, Igor Đekemati<sup>1</sup>, GergőPéter Kovács<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Szent Istvan University Gödöllő,  
Páter K. 1, Gödöllő, Hungary; e-mail: Birkas.Marta@mkk.szie.hu*

<sup>2</sup>*Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip JurajStrossmayer University of Osijek,  
VladimiraPreloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia*

<sup>3</sup>*Faculty of Agronomy, University of Zagreb, Svetosimunska 25, Zagreb, Croatia*

### Abstract

Water plays an important role in our life and the management activity. Nowadays, water in agriculture will continue to play a critical role in global food security. The value of water and water sources already exceeds the value of energy sources today. The water-related concepts are very diverse in agricultural relation. The aim of this paper was to revive some terms of the water and discuss their importance in soil management and the recommendations. In this paper, eight phrases were selected paying attention to the importance of the water management, that are soil water management, soil moisture range for workability, rain stress, water logging, water shortage, irrigation, water intake and water loss, avoiding water loss and reply to the climate prognoses. Findings of the water management research point to a relationship between soil quality and improvement of water intake capacity, parallel with climate stress mitigation.

**Keywords:** water management, soil tillage, soil workability, water shortage, water logging

### Introduction

The Pannonian Basin covers the whole or parts of the territory of as many as nine countries. The basin is dominated the combined effects of Atlantic, Mediterranean and continental climates and fairly exposed to climate extremes (Szalai and Lakatos, 2013). Soil as the largest potential natural water reservoir in the basin has increasing importance under conditions of recent climate resulting in increase of probability of extreme hydrological events (Farkas et al., 2009). The distribution of the precipitation sums, the number of precipitation events, and longer dry periods show upward tendencies and having serious effects on the available water amount and the surface water balance (Jolánkai et al., 2013, Jug et al., 2017). A great part of the atmospheric precipitation can be stored in the 0–100 cm layer of the soil however, this water storage may reduce by hydrological stresses (Várallyay, 2010). Climate and its change have come to be frequently dealt with in scientific studies as well as in the university education and the media in general (Várallyay, 2011). Findings of the water management research point to a relationship between soil quality and improvement of water intake capacity, parallel with climate stress mitigation (Birkás et al., 2018).

This study evokes eight phrases of the water forms and the discussion of certain consequences of the lack and surplus of the water in soils that can be measured and a description of the possible remedies that should be applied to soils so damaged.

### Material and methods

This paper is based on works and papers reviewing the subjects of water management and on stating in long term experiments underway in the countries as well as on the conclusions drawn from them (Birkás et al., 2015, 2017a,b; Bogunović and Kisić (2017), Bottlik et al., 2014; Đurđević et al., 2019; Farkas et al., 2009; Gelybó et al., 2018; Gyuricza et al., 2015; Jug et al., 2018; Kisić et al., 2017). The water management problem referred to this paper was also studied in the long term Soil quality – climate experiment that has been underway since 2002 at Hatvan-Józsefmajor (47° 41' 31.7" N 19° 36' 36.1" E, 110 ma.s.l), in year 2002 with a soil of a clay-loam texture, Endocalcic Chernozems, Loamic (IUSS Working Group WRB, 2015). The experiment was of the single-factor type, in random stripe arrangement in four replications, in which six treatments were applied, that are direct drilling (DD), shallow disking (12-15 cm), shallow and medium deep cultivator (18-20 cm and 22-25 cm) ploughing followed by surface forming (30-34 cm, P) and loosening (40-45 cm). This long-term experiment has given useful information to understand the changing of water content in soils that are in different physical condition (Farkas et al., 2009). On the one hand, the long-term experiments provided important data on the fact that water conservation is actually a reduction of water loss and, on the other hand, confirmed that, despite the difficulties of the climate, there are tillage methods suitable for an alleviation of the natural induced damages.

### Results and discussion

Water plays an important role in our life and the management activity. Nowadays, water in agriculture will continue to play a critical role in global food security. The value of water and water sources already exceeds the value of energy sources today. The water-related concepts are very diverse in agricultural relation. In this paper, eight phrases were selected paying attention to the importance of the soil water management.

#### *Soil water management*

There are some new terms are often cited by authors in the water relation among others the green, the blue and the brown water (Jolánkai, 2012; Várallyay, 2012). The first term can apply to our case, because the water that is stored in the unsaturated soil layer forms the green water resource (Velpun and Senay, 2017). Soil water management comprises the amount of water in the soil, its state, form and movement and changes in these factors in time and in space, affected by soil water intake, its water permeability, its capacity to retain and store water and the conditions of its desiccation (Jug et al., 2015). Dexter and Bird (2001) noted that a loose soil takes water in quickly (infiltration, percolation), later the process slows down and its rate becomes constant. The amount of water retained by soil against gravitation is referred to as water capacity. Rain drops hit the soil during a downpour, compact the topmost layer and thereby reduce water intake. For this reason not more than a third or a quarter of the rainfall enters the soil, the rest flows off and is thus lost. If there is a tillage pan in the soil near the surface it restricts the soil water intake (Bogunović et al., 2014). Várallyay (2011) stressed that the annual level the soil water dynamics indicates the quantity of water that can be stored in the soil from rains and snow, the amount of water that flows off its surface, the amount of evaporation as well as the amount of water that the soil can take in and store. The features of the

soil water management determine the crop water supply and the necessity of interventions – such as tillage, irrigation, physical and chemical improvement – for ensuring undisturbed water supply. Modifying factors include the soil mechanical composition, its structure, pore ratio, the structure of its horizons and its chemical features (Várallyay, 2010; Farkas et al., 2009). That is, soil moisture content keeps changing dynamically. Input comes from precipitation, irrigation as well as surface and subsurface inflows while output is the sum of evaporation (including plant transpiration), surface outflows and subsurface seepage off the site. The output is affected by land use and by the soil state shaped by tillage that may water wasting or water conserving (Jug et al., 2015). Authors, cited above confirmed that there are still unutilized reserves in the tillage practice reducing the human induced moisture loss.

#### *Soil moisture range of workability*

Soil workability is defined as the ease of working with a well-drained soil to produce desirable condition for sowing (Dexter, 1988, 2004) that is not consisting of structures that are either too fine or too coarse for crop establishment. According to Obour et al. (2017) soil is workable within a range of water content and soil tillage operations produce the desirable state for crop production. The various types of soils have their own specific workable moisture range, just like the way they differ from each other in terms of their specific particle compositions and clay ratios. A soil workable moisture range is determined by the quantity and quality of its clay fraction, organic matter content, structure and compactness. The tillage of any type of soil takes less energy in the moisture range that is favourable from the aspect of workability and tool effectiveness (Birkás et al., 2018). However, when soil has dried or over moistened that lose its workable state. Favourably structured soils of high humus contents have broader soil moisture ranges in which they are highly workable. The workability of mineral soils is mostly restricted by soil defects of a chemical nature and heavy texture however, less damage will be caused if tillage is carried out at the optimum moisture range (Várallyay, 2011). Obour et al. (2017) outlined, that management practices leading to increased soil organic carbon content can improve soil workability by increasing the range of soil water contents. Moreover, Đurđević et al. (2019) stressed that soil organic matter plays a crucial role in soil health and represents one of the key functions for determining soil suitability for crop production.

#### *Rain stress*

Due to the amount or intensity of rainfall, rain stress can cause damage to the upper layer of soil, either temporary or long-term (Jug et al., 2015). Climate change-induced precipitation phenomenon tend to have adverse impacts on soils (Jug et al., 2018). Heavy downpours compact the soil top layer that is not covered by plants or residues, silting its structure. Intensive spring showers following the dry early spring period wash chemicals distributed on the soil surface into the cracks in the soil, doubling the damage, as the applied chemicals failed to have exerted their action during the dry period and then when the rains come and soak the soil through they are washed away (Birkás et al., 2017b). A silted soil surface takes in less water than a surface of a good structure, therefore a higher proportion of the water landing on the surface runs off and cannot be utilised in the field concerned. The increasing frequency of rain stress event necessitates extending the time of surface protection, at least after the sowing time (Jug et al., 2015).

On sloping fields severe damaged are caused by heavy downpours washing soil off (Kisić et al., 2017). Too much snow causes compaction in soils of poor structure, particularly if they have not frozen over. A compacted top soil layer impedes infiltration and the plants are not able to utilise the benefits of any looser structure soils in deeper layers (Bogunović et al., 2014). Frequent and abundant precipitation shortens the duration of the effects of deeper tillage (Birkás et

al., 2011). At the same time, maintaining or creating the water-infiltration capable condition requires greater attention on sloped as well as on flat soils.

#### *Water logging*

The Carpathian basin, considering the geological formation and geographic location and the climate threats is continuously exposed to water-related phenomena that are water surplus and deficit. Damages and hazards associated with water surplus appear in the soils or on the surface are expressed with various phrases e.g. excess water inundation, inland excesswater, flooding, water-logging, water pond, water saturation and over-moistening (Halbac-Cotoara-Zamfir et al. 2015; Rakonczai, 2011). Water damages in arable fields induced by natural and farming-related factors. Regularly occurring long periods of water stagnation have negative impacts on the soil chemical and biological characteristics and physical condition (Kuti et al., 2006; Várallyay, 2011). Water-logging may be regarded as natural induced when the water table of the groundwater is too high and the excess water may appear in the surface and stagnate there for longer time (Pálfai, 2010). A long period of water-logging deteriorates soil workability and fertility and it also reduces the site's economic value. Moreover, the stagnant water saturates the soil, silts the fertile layer, destroys the crops and increases nitrogen leaching which seeping into the groundwater and then finally moving into live bodies of water (Birkás et al., 2011, 2015). The colloids of soil silted by water washed down from the top layer, they are filtered at the compacted layer, thereby aggravating its compaction and worsening the water permeability. Excess water rising to the surface is often contained salts that are harmful both to the soil quality and to the crop vitality. The management of a high groundwater table of natural origin is beyond the limits of farming. The soil original properties (clay content, heavy structure) are only some of the factors contributing to tillage-induced water stagnation, as water infiltration and water transport depend on the state of the soil structure as well (Pálfai, 2010, Kuti et al., 2006). A compact or dusty soil structure with poor water transport capacity is a result of farming defects. Soils should be kept in a state in which they can store as much water as possible. The part of surplus water that cannot be retained even by a soil in a good state is temporarily superfluous. Remedying the water-logged soils requires complex agronomical and hydrological interventions (Birkás et al., 2015; Halbac-Cotoara-Zamfir et al. 2015).

#### *Water shortage*

Water output is affected by type of the land use, soil tillage (water wasting or conserving) and water utilization of the plants (Várallyay, 2011). A drought-induced loss cannot be avoided in soils where water wasting tillage has been applied for multiple years (Birkás et al., 2010). Soils dry out through evaporation and transpiration. Moisture is lost from the topmost soil layers in the form of water vapour to the near-surface atmosphere, and this process continues until the relative humidity matching. The near surface air layer is permanently replaced by the movement of the air and therefore it takes continuous evaporation to re-establish the equilibrium (Várallyay, 2011). The growing number of windy days – caused by the climate change – increases the soil moisture loss not only in the spring and in the summer but in the autumn and in the winter too which is why there is a need for reducing the evaporating soil surface by properly chosen tillage techniques. Moreover, the water loss from soil during winter can also be reduced by appropriate cover of the tilled surface (Jug et al. 2015). After the desiccation of the top soil layer moisture moves upwards from deeper soil layers, but evaporation is faster than the rate of this upward moisture movement through capillaries, so this equalisation process results in the soil losing large amounts of water. Avoiding the water loss from arable soils requires new moisture conservation solutions including optimised soil disturbance and surface protection (Birkás et al., 2010, 2015; Jug et al., 2018).



### *Irrigation*

Irrigation is aimed at supplementing the crop's natural water supply under the prevailing weather conditions that are preventing the water shortage for yield safety, increasing or maintaining the yield quality and biomass and improving the crop condition (Khan et al., 2006). However, irrigation demands adjustment of the other elements of crop production to the higher water supply. Besides its benefits, irrigation has some negative impacts on soil, e.g. the regular soaking of the soil makes a stress factor, the frequent soaking may result in inadequate aeration in soil, water transports colloids, dust, and silt into deeper layers which, settling down in a compact layer, aggravate its compaction (Table 1). Moreover, the continuous irrigation renders structurally damage on soil that will more sensitive to the physical loads and the accelerated settlement and recompaction are accompanied by the decline of its biological activity (Arora et al., 2011).

Table 1. Important factors affecting the results of irrigation

Unfavourable		Favourable
higher than soil intake capacity partly utilization for crops or harmful water surplus or absence	<b>Amount</b>	- crop refreshing - soil saturation in 8-10 hours
>10 mm/h, when water waste is unavoidable	<b>Intensity</b>	- 4-10 mm/h
- crumb degrading, causing harmful leaching (N, dust)	<b>Form</b>	- soil structure conservation method
- quick soaking with crumb deterioration - harmful transformation in soil surface: crumb desintegration, siltation	<b>Impact on soil</b>	- slow soaking - no surface siltation or minimal - crumbling may slightly decrease

There are solutions to prevent soil deterioration in the irrigated soils. The most important knowledge are as follows: Pay attention to the natural water intake capacity and the water saturation capacity of the soil fertile layer; The optimal water infiltration may hope in soils that have optimal structure and harmonious water intake capacity; Important to know exactly the depth of water table level of soil, because a high level is very dangerous in a rainy season; A loosen state creation is required in the tillage season prior to irrigation season; A regular soil condition tests is recommended to lighten the soil state defects; Preventing the anaerobic conditions seems to be more important; Organic matter and water conserving tillage is required wherever irrigation is applied; Mitigating drought and heat stress impeding the development of the plants improves the utilisation of the water delivered by irrigation; Recovery of the top layer which is most exposed to the impacts of irrigation should be provided for out of the growing season e.g. covering the surface, growing green manure crops; Arable fields should not be irrigated continuously that is min. one season should pass without irrigation; Use irrigation in a rotation – in which cropping is practised without irrigation – enables the soil to recover (Jug et al, 2015; Liu et al., 2016; Sun et al., 2019).

### *Water intake and water loss*

Soil natural water transport characteristics can be altered by means of hydro-melioration procedures (Farkas et al., 2009). Tillage affects the ratio of water intake and water loss that is of

the soil moisture transport. The importance of the soil state lies in its impacts on the ratio of the water taken and stored in the soil, relative to utilised and wasted water (Várallyay, 2010). Intake is the part of precipitation that ends up in the soil, most often some 65-70 %, rarely exceeding 80 %. Water infiltration and storage depend on the depth of the loosened layer and on the water permeability of the soil underneath the disturbed layer (Birkás et al., 2011). Tillage contributes to the improvement of water intake but it may also increase the loss of water from the soil. The extent of water loss is affected outside the growing season by the shape of the tilled surface, surface cover and the depth of disturbance (Birkás et al., 2018). Much water is lost through large exposed surface e.g. after ploughing or loosening leaving sizeable clods behind in summer, early autumn or spring. Loss of water from the soil is increased by longer periods of warm weather and by wind as well. Relatively large amounts of water evaporate from soils ploughed in the autumn and left without surface levelling, during mild winters (Birkás et al. 2017a). Alterations between freezing and thawing increase soil moisture loss during the winter, particularly, if this process is continued for several weeks and there is a large evaporation surface (Jug et al., 2015). Transpiration is the transport of moisture taken up by the roots of live plants into the atmosphere through the foliage. This process is determined by the plant concerned; a deeper rooting plant can take up water from deeper soil layers i.e. it is more resistant to drought and at the same time it dries out the soil more deeply (Várallyay, 2011). In an extremely dry growing season the impacts of the drought are affected, among other factors, by the soil moisture management in the preceding years. The soil water intake capacity should be improved regardless of the amount of rainfall during the year and limiting the reducing of water already in the soil is particularly important in years of little or average precipitation (Jug et al., 2015). The role of the soil condition and that of tillage is illustrated in Table 2.

Table 2. The role of the soil condition and that of tillage in controlling the loss of water

Factor	Basic requirement	Avoiding
Water intake	Loosened structure	Compact structure
Reducing the loss of water	Covered and minimised surface area	Over consolidation of the soil
Increasing the loss of water	Soil disturbance moderately	Large and bare surface area
Tillage	Any depth, as long as the surface area is minimised	Deep disturbance leaving large exposed surface area on hot and/or windy days

Deep tillage leaving a large exposed surface area (by ploughing) results in increased loss of water while adaptable tillage methods only moderately disturbing the soil, leaving a smaller exposed surface area as well as covering the soil surface, conserve soil moisture (Birkás et al., 2017a). No large evaporating surface should be left behind by primary tillage in the autumn, spring or summer, or by seedbed preparation. Soil moisture loss is alleviated by (Birkás et al., 2018): loosening any compact layer that impedes water intake; covering the soil with chopped/crushed stubble residues and by reducing the soil surface area by creating water conservation surface; applying organic matter conservation tillage; avoiding the clod formation during dry periods, so loosening + crumbling + pressing is recommended; producing crops of different growing seasons with different times of sowing as well as harvesting,; adapting crop density to season controlling weed infestation in the field. Soil moisture should be managed reasonably. The soil should be kept in a state in which it is suitable for minimising moisture loss during dry periods and for taking in and storing water in rainy periods (Birkás et al., 2011). The soil water intake capacity and its permeability are determined by depth at which the least water-perme-

able layer is to be found. There are no material differences between the detrimental impacts of a disk pan and a plough pan, but ploughing should be refrained from, in view of the shallow fertile layer. Tillage focused on loosening the soil is a key to maintaining water permeability (Bogunović et al., 2014; Jin et al., 2007).

#### *Avoiding the water loss*

According to long term prognoses milder winters with more precipitation, warm and dry summers, extreme fluctuations in the annual distribution of the total precipitation and increased numbers of windy and stormy days should be expected in the Pannonian region from the second decade of the 21st century (Bartholy et al., 2004). After heavy rains water stagnates in the soil surface, suffocating the plants. If there is no impervious layer in the soil, water does not stagnate on the soil surface for a long period even after a very heavy rain (Várallyay, 2011). Water is lost through the large surface of a dry cloddy soil and it even takes in water less efficiently. The large clumps should be broken down first with heavy slicer rolls, pressing them at the same time into the disturbed soil to create conditions under which they soak through more effectively (Birkás et al., 2017b). Whatever the applied tillage mode, the loss of water must always be minimised. Milder weather in the autumn and in the winter calls for increased efforts in the course of the primary tillage methods to conserve soil moisture, therefore the evaporating surface should be reduced as far as possible (Bartholy et al., 2004). In disturbed soils levelling and/or consolidating (with rolls) should be carried out in the summer and in the spring, while in the autumn levelling should be applied before wintering. The levelled soil will take rainwater and water from melting snow and at the same time it will lose less water on mild and windy days (Jug et al., 2015). Any compact layer impeding the intake of water and the flow of the moisture into the root zone must be eliminated and the soil harmonious water transport processes must be restored (Bogunović et al., 2014). Extreme climate conditions require maintenance the continuity of water storage capability in the soil along with increasing water infiltration and minimising water loss.

#### *Reply to the climate prognosis for the Pannonian region*

More water can accumulate in soils the state of which is suitable for taking in water during mild and rainy or snowy winters. The soil moisture storage capacity should be maintained and increased in order to cope with winters of abundant precipitation. By contrast, the frequency of windy days in the winter results in a growing need for applying moisture conserving tillage, such as surface levelling in the autumn after primary tillage. Classic authors suggested leaving the tilled soil surface in cloddy state in furrows to catch more snow (Birkás et al., 2017a). This proposal has also come under criticism in the new climate situation, due to the large surface that is really acting in direction of water wasting during and after snow melting (Jug et al., 2015). Mild weather in autumn to be found more frequent nowadays and due to this, harvest of the crops ranking among the long growing season (e.g. maize) is also delayed. Primary tillage for the next crop is also coming later, when the soil moisture content has already exceeded the optimum. Preserving the soil remaining moisture content after the previous crop will be crucial for the reliability of the next, spring-sown crop. Water conserving stubble treatment is already growing in importance (Birkás et al., 2017b; Jug et al., 2018). Whatever the tool being used, primary tillage should be aimed at helping rainwater infiltration and at minimising the loss of water outside the growing season except in heavy soils with poor internal drainage. A soil, that contains no compacted layers and that can take in and store water, should be created (Bogunović and Kisić, 2017). A deeply (40-45 cm) loosened root zone may increase the chances of minimising yield losses during a dry summer season. This root zone depth can be created by tillage or that can also

be maintained by soil preserving farming methods. The frequency of hot and dry summers will affect crops growing seasons and yields. Even winter crops can suffer from hot and dry weather in the period of grain filling. Summer crops of longer growing seasons may suffer stress-induced ripening. Otherwise, the summer is really critical period of moisture loss at disturbed soils. Conventional tillage systems that result in increased soil moisture loss by leaving the field without surface consolidation after ploughing or subsoiling should be replaced by moisture and carbon conserving techniques (Birkás et al., 2018). The increasingly extreme distribution of summer rains and the higher intensity of heavy rains call for laying increasing emphasis on maintaining the soils' water intake capacity and for avoiding, at the same time, the desiccation and pulverisation of the soil surface (Birkás et al., 2018). Weeds and volunteers water consumption will also draw more attention to weed control. The depth of the loosened layer is the same as that of the depth of the soil which is capable of infiltrating water and in which plants can take up water (Jin et al., 2007). Water that does not infiltrate the soil is lost to farming.

### Conclusion

The main conclusion from investigation is that under similar ecological conditions, the uniform and over-standardized adaptation of tillage methods for soil moisture conservation is rather risky, their application needs special care and the future is for site-specific precision technologies. It is concluded, that quantification of the soil water balance elements (including plant water uptake and transpiration) and water use efficiency calculations would be needed to range the studied soil management systems with respect to moisture conservation.

### Acknowledgements

This research was supported by the Higher Education Institutional Excellence Program (1783-3/2018/FEKUTSRAT) awarded by the Ministry of Human Capacities within the framework of water related researches of Szent István University.

### Literature

1. Arora, V., Singh, C., Sidhu, A., Thind, S. (2011): Irrigation, tillage and mulching effects on soybean yield and water productivity in relation to soil texture. *Agricultural Water Management*. 98, 563-568.
2. Bartholy, J., Pongrácz, R., Matyasovszky, I., Schalenger, V. (2004): Trends of climate having taken place in the 20th century and expected in the 21st century on the territory of Hungary. "Agro-21" Füzetek. 33, 3-18.
3. Birkás, M., Bottlik L., Csorba Sz., Mesić, M. (2010): Soil quality improving and climate stress mitigating tillage – The Hungarian solutions. *Hungarian Agr. Res.*, 19, (3), 4-8.
4. Birkás, M., Kisić, I., Jug, D., Smutny, V. (2011): Remedying water-logged soils by means of adaptable tillage. In: Stipešević, B., Sorić, R. (eds.) *Proceedings & Abstracts of Agriculture in nature and environment protection. 4th Internat. Scientific/professional conf., Vukovar, 1-3. Glas Slavonije*. d. Osijek, 11-22.
5. Birkás, M., Đekemati, I., Kende, Z., Kisić, I. (2015): Excess water phenomena – long-lasting remediation. In: Baban, M. and Rasić, S. (eds.) *Proceedings and Abstracts, 8th International Scientific Professional Conference. Agriculture in nature and environmental protection. Osijek, Glas Slavonije* d. d. 34-44.
6. Birkás, M., Dekemati, I., Kende Z., Pósa, B. (2017a): Review of soil tillage history and new challenges in Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin*. 66, (1), 55-64.
7. Birkás, M., Đekemati, I., Kende, Z., Kisić, I., Pósa, B. (2017b). Results of the soil quality preservation in the extreme seasons. In: Mijić P, Ranogajec L. (eds.) *Proce, and Abstracts, 10th International Scientific/Professional Conference Agriculture in the Nature and Environment Protection, Osijek, Glas Slavonije* d. d. 10-19.
8. Birkás, M., Jug, D., Kende Z., Kisić I., Szemők, A. (2018): Soil tillage response to the climate threats – Reevaluation of the classic theories. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 83, (1), 1-9.

9. Bogunović, I., Kisić, I., Jurišić, A. (2014): Soil compaction under different tillage systems on Stagnic Luvisols. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 79,(1),57-63.
10. Bogunović I., Kisić I. (2017): Compaction of clay loam soil in Pannonian region of Croatia under different tillage systems. *J. Agr. Science and Techn.*, 19,(2), 475-486.
11. Bottlik, L., Csorba, S., Gyuricza, C., Kende, Z., Birkás, M. (2014): Climate challenges and solutions in soil tillage. *Applied Ecology and Env. Research*, 12, (1), 13–23.
12. Dexter, A.R.(1988): Advances in characterization of soil structure. *Soil and Tillage Research*. 11,199–238.
13. Dexter, A. R. (2004): Soil physical quality. *Soil Tillage Research*,79, 129-130.
14. Dexter, A.R., Bird, N.R.A.(2001): Methods for predicting the optimum and the range of soilwater contents for tillage based on the water retention curve. *Soil and Tillage Research*. 57,203–212.
15. Đurđević, B., Jug, I., Jug, D., Bogunović, I., Vukadinović, V., Brozović, B. (2019): Spatial variability of soil organic matter content in Eastern Croatia assessed using different interpolation methods. *International Agrophysics*,33, 31-39.
16. Farkas, C., Birkás, M., Várallyay, G. (2009): Soil tillage systems to reduce the harmful effect of extreme weather and hydrological situations. *Biologia*. 64, (3), 624-628.
17. Gelybó, G., Tóth, E., Farkas, C., Horel, Á., Kása I., Bakacsi.Z. (2018): Potential impacts of climate change on soil properties. *Agrochemistry and Soil Science*. 67, (1), 121-141.
18. Gyuricza, C., Smutný, V, Percze, A., Pósa, B., Birkás, M. (2015): Soil condition threats in two seasons of extreme weather conditions. *Plant, Soil Env.*,61, 151-157.
19. Halbac-Cotoara-Zamfir, R., Günal, H., Birkas, M., Rusu, T., Brejea, R. (2015): Successful and unsuccessful stories in restoring despoiled and degraded lands in Eastern Europe. *Advances in Environmentally Biology*. 9, (23), 368-376.
20. IUSS Working Group WRB (2015): World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil Maps. *World Soil Resources Reports No. 106*. FAO, Rome
21. Jin, H., Li, H.W., Wang, X.Y., Mchugh, A.D., Li, W.Y., Gao, H.W., Kuhn, N.J. (2007): The adoption of annual subsoiling as conservation tillage in dryland maize and wheat cultivation in northern China. *Soil and Tillage Research*. 94,(2), 493-502.
22. Jolánkai, M. (2012): Prologue. In: Harcsa, M. (ed.) *Proceedings of the 11th Alps-Adria Scientific Workshop*. 26-31. March, 2012, Smolenice, Slovakia, 9-10.
23. Jolánkai, M., Nyárai, H. F., Kassai, M. K., et al. (2013): A water stress assessment survey based on the evapotranspiration balance of major field crop species. *Növénytermelés*. 62, (Suppl), 351-354.
24. Jug, D., Birkás, M., Kisić, I. (2015): Soil tillage in agroecology framework. University textbook. *Croatian Soil Tillage Research Organization, Osijek* (in Croatian).
25. Jug, D., Jug, I., Vukadinović, V., Đurđević, B., Stipešević, B., Brozović, B. (2017): Conservation soil tillage as a measure for climate change mitigation. University textbook. *Croatian Soil Tillage Research Organization, Osijek* (in Croatian).
26. Jug, D., Jug, I., Brozović, B., Vukadinović, V., Stipešević, B., Đurđević, B. (2018): The role of conservation agriculture in mitigation and adaptation to climate change. *Poljoprivreda/Agriculture*. 24, (1), 35-44.
27. Kisić, I., Bogunović, I., Bilandžija, D. (2017): The influence of tillage and crops on particle size distribution of water-eroded soil sediment on Stagnosol. *Soil and Water Research*. 12, (3), 170-176.
28. Khan, S., Tariq, R., Yuanlai, C., Blackwell, J. (2006): Can irrigation be sustainable? *Agricultural Water Management*.80, 87-99.
29. Kuti, L., Kerék, B., Vatai, J. (2006): Problem and prognosis of excess water inundation based on agroecological factors. *Carpth. J. of Earth and Env. Sciences*. 1, (1), 5-18.
30. Liu, X., Feike, T., Shao, L., Sun, H., Chen, S., Zhang, X. (2016): Effects of different irrigation regimes on soil compaction in a winter wheat–summer maize cropping system in the North China Plain. *Catena*.137, 70-76.
31. Obour, P.B., Lamandé, M., Edwards, G., Sørensen, S.G., Munkholm, L.J. (2017): Predicting soil workability and fragmentation in tillage: A review. *Soil Use and Management*, 33, 288-298.

32. Pálfi, I. (2010): Evaluation of the hydrology aspects of groundwater floods in 2010. *Clima-21 Brochures, Climate change – Impacts – Responses*, 61: 43-51.
33. Rakonczai, J. (2011): Effects and consequences of global climate change in the Carpathian Basin. In: Blanco, J., Kheradmand, H. (eds.) *Climate Change - Geophysical Foundations and Ecological Effects*. Rijeka: InTech, 297-322.
34. Sun, H., Zhang, X., Liu X., et al. (2019): Impact of different cropping systems and irrigation schedules on evapotranspiration, grain yield and groundwater level in the North China Plain. *Agricultural Water Management*. 211, 202-209.
35. Szalai, S., Lakatos, M. (2013): Precipitation climatology of the Carpathian Region and its effects on the agriculture. *Növénytermelés*. 62, (Suppl.), 315–318.
36. Várallyay, G. (2010): Increasing importance of the water storage function of soils under climate change. *Agrokémia és Talajtan*. 59, (1), 7–18.
37. Várallyay, G. (2011): Water-dependent land use and soil management in the Carpathian basin. *Növénytermelés*. 60, (Suppl.), 297-300.
38. Várallyay, G. (2012): Blue water – brown water – green water. In: Harcsa, M. (ed) *Proceedings of the 11th Alps-Adria Scientific Workshop*. 26-31. March, 2012, Smolenice, Slovakia, 27-30.
39. Velpun, M.N., Senay, G.B. (2017): Partitioning evapotranspiration into green and blue water sources in the Conterminous United States. *Sci. Rep.* 7, 6191.

## Izazov 21. stoljeća - gospodarenjem vodom tla

### Sažetak

Voda ima ključnu ulogu u svim aspektima naših života. U današnje vrijeme voda u poljoprivredi iznimno važnu ulogu u globalnoj sigurnosti hrane. Vrijednost vode i njezinih izvora nadilazi i vrijednost izvora energije. U poljoprivredi se susrećemo s različitim oblicima vode. Cilj ovog rada bio je ukazati na pojedine pojmove vezane uz vodu i obradu tla te raspraviti važnost pravilnog gospodarenja vodom. U radu je odabrano osam pojmova koji su usko povezani s upravljanjem vodnim resursima, kao što su upravljanje vodom u tlu, razina vlage u tlu pogodna za obradu, stres uzrokovan kišom, površinska stagnacija vode, nedostatak vode, navodnjavanje, potrošnja i gubitak vode te odgovor na klimatske prognoze. Rezultati istraživanja gospodarenja vodom ukazuju na povezanost između kvalitete tala i poboljšanja kapaciteta tla za vodu, paralelno s ublažavanjem klimatskih stresova.

**Ključne riječi:** gospodarenje vodom, obrada tla, obradivost tla, nedostatak vode, suvišak vode

## Increase of the competitiveness of the livestock sector through knowledge and innovations

Vesna Gantner<sup>1</sup>, Vladan Bogdanović<sup>2</sup>, Maja Gregić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Osijek, Croatia; e-mail: mgregic@fazos.hr*

<sup>2</sup>*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Beograd, Serbia*

### Abstract

Small-scale farmers, including livestock farmers, contribute between 50 and 70 percent of the world's food supply. Also, they are considered to be one of the most important factors in agricultural and rural development in all European countries, given the fact that small farmers and family farmers remain key factors for food safety, employment, poverty eradication and environmental conservation. The issue of small agricultural systems is also directly linked to the need for greater co-ordination among stakeholders along the value chains. Every day, small family farms and its participants are faced with several challenges that hinder their active participation in sustainable agricultural and rural development in European countries. Their specific needs in terms of technological innovations are not always considered, and the main innovations are often not tailored to the specific conditions of small owners. Research and innovation has made the European livestock sector competitive, balanced and efficient as it is today. Therefore, in order to address new challenges in ensuring the supply of safe and healthy food of high quality, reducing environmental impact, ensuring better use of resources while respecting animal integrity, satisfying consumer needs and contributing to an economically viable economy especially in small scale farms, it is necessary to provide permanent support for research and innovation in the livestock sector and their application at the state and local level.

**Key words:** livestock production, innovations, knowledge, competitiveness

### Introduction

Small farmers, including livestock farmers, contribute between 50 and 70 percent of the world's food supply. The small-scale breeding system is considered to be one of the most important factors in agricultural and rural development in all European countries, given the fact that small farmers and family farmers remain key factors for food safety, employment, poverty eradication and environmental conservation. Furthermore, they are extremely important in the light of the growing phenomenon of land fragmentation and its negative impact on agricultural production, efficiency in the use of natural resources and food safety, and the living conditions of small farmers and their families. The issue of small agricultural systems is also directly linked to the need for greater co-ordination among stakeholders along the value chains. Every day, small family farms and its participants are faced with several challenges that hinder their acti-

ve participation in sustainable agricultural and rural development in European countries. Their specific needs in terms of technological innovations are not always considered, and the main innovations are often not tailored to the specific conditions of small owners. In order to respond to the specific needs of small owners, it is necessary to better connect providers and users of innovation. All of these challenges require an environment conducive to the development of innovations that are suitable for local application and application of the same at the local level. Furthermore, it is extremely important to enable relevant stakeholders in the process of research and innovation to have easy access to open innovations in order to increase the capacity of providers of technology services and bring innovation closer to the target market, and finally by applying them, to increase the competitiveness of livestock production.

### **Role of livestock sector in realising a bio-economy for Europe**

Accordingly, to the Eurostat(2014) the livestock sector with an amount of 168 billion euros annually contributes significantly to the European economy, further supports food safety, rural development and ecosystem services. The livestock sector represents 45% of the total agricultural activity and opens up new jobs for almost 30 million people (ATF, 2019). In addition, the European animal production sector is a major part of our economy and European food supply. Animal products make an important contribution to healthy nutrition and increase demand globally. Mentioned, creates additional export opportunities for Europe both in terms of product and expertise. Ultimately, the European livestock sector plays a central role in achieving food safety and nutrition in the world.

Food production is a major part of the bio-economic system. In many parts of Europe, livestock sector is inextricably linked to the vitality of rural social economic infrastructure. Furthermore, the livestock sector may pose a challenge to the environment and some aspects of human health. Although the livestock sector offers multiple opportunities for contribution to climate smart, sustainable and competitive Europe, imaginative and innovative systematic approach and strong, flexible to do research and study are necessary in order to implement the knowledge, technology and skills that will sector, especially small farms qualify for European challenges in the future.

Research, development and innovation have made the livestock sector in Europe more competitive and effective today. Creating a stimulating environment for research and innovation in the livestock sector can lead to a production system that ensures safe and healthy food supply, reduces environmental impact, improves resource utilization, provides ecosystem services, satisfies consumer needs in a way that society values, and contributes to a sustainable economy. In view of the above, it is extremely important to ensure investment in research, development and innovation and application of the same at the national and local level.

### **Priority issues for realization of sustainable, climate smart and competitive livestock sector**

In considering the livestock sector's contribution to a sustainable, climate smart and competitive Europe, ATF (2013) defined following issues as crucial:

1. Resource efficiency;
2. Responsible livestock farming systems;
3. Healthy livestock and people;
4. Knowledge exchange towards innovation.



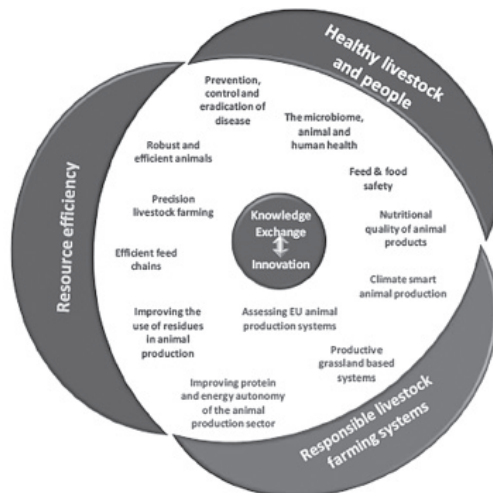


Figure 1 Priority issues for research and innovations in the livestock sector (ATF, 2013)

## 1. Resource efficiency

In accordance to the US Census Bureau (2016) forecasts, the world population will increase from current 7.2 billion to 9.6 billion till year 2050 (Figure 2). Furthermore, FAO (2011) experts' forecasts that the demand for meat and milk in 2050, regarding the levels in 2010, will increase by 73 and 58%, respectively. Stated increase of human population implies an increase in the population of land animals from current 60 billion to 100 billion till year 2050 (Picture 1).

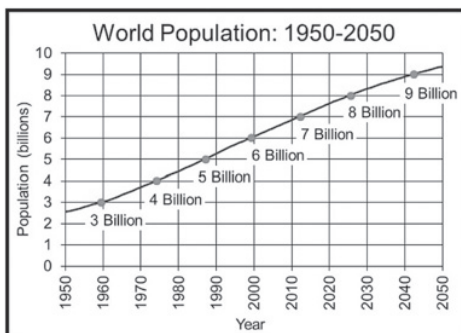
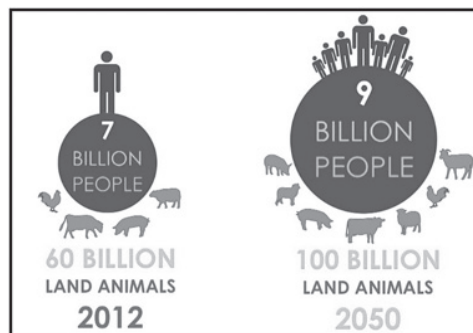


Figure 2 Population growth (US Census Bureau, 2016)



Picture 1 Expected increase of land animals (FAO, 2011)

Therefore, one of the major challenges for the world is to provide enough food for 9 billion people within the Earth's resources available. The livestock sector is a valuable component of bio-economy management in food and non-food functions. In the coming decades, on the one hand, we expect increased demand for animal products, due to the growth of the global human population, rising incomes and changes in consumer behaviour in the world, especially in emerging economies. On the other hand, we face land shortages, increased greenhouse gas

emissions (GHG) and limited resources, and we can expect that the availability of resources outside Europe for the European market (or as a base (food or end products) will be reduced) or only at a much higher price. This represents a double challenge: the efficiency of resource use (e.g. energy, N, P, water, fertilizers) should be increased, while at the same time the need to achieve improvements in the way we produce and use these resources, so as to reduce the environmental footprints and meet requirements for food production (e.g. health, welfare, social acceptance).

In order to find ways to improve food safety in a sustainable way, it is necessary to pay more attention to the efficient use of all related resources (ATF, 2013). It is necessary to reduce the need for resources, prevent losses that can be avoided (“waste”) and emissions, reuse inevitable losses as food wherever possible, use manure as a valuable rest and look for the optimum systems for different types of regions and circumstances. This requires attention and improvements to the animal as a system, the animal in a system, and the system itself. Closing the nutrient cycles and re-use of valuable resources are central in this issue.

Livestock production chains with increased resource efficiency allow for a shift towards sustained intensification of food production and competitiveness of animal production chains in the EU. Socio-economic benefits are food safety, sustainability, the reduction of climate change impacts and the achievement of bio-economics. Additionally, the application of such systems will enable improvements in biological and economic efficiency with a reduction in waste and emissions.

In accordance with the ATF (2013) the main opportunities for improving resource efficiency are as follows:

- Efficient and robust animals. Efficient feed chains.
- Improving the use of residues in animal production.
- Precision livestock farming.

## **2. Responsible livestock farming systems**

Livestock production provides valuable products for human consumption and uses resources that cannot otherwise be converted into food for human populations (grass-based systems). Furthermore, livestock production supports the development of rural communities (especially in remote areas), contributes to the management of ecosystems and increases biodiversity (especially in mountainous areas). Currently and in future, there are globally increasing demands for an increase in the volume of livestock production to meet the growing needs for food of animal origin for all richer community (FAO, 2011).

Further, in the past, we have witnessed the shortcomings of continuous growth of livestock sector, such as environmental challenges (through emissions, pollution and damage to ecosystems), human health (through zoonotic diseases) and animal welfare within the system. Given the above, future and present agricultural and livestock systems need to (re) design, discuss with society, integrate into the regional and economic context and give the social and ethical value to the animal breeders and the animals that live in these systems.

## **3. Healthy livestock and people**

Ensuring animal health is the issue of greatest importance for human health, animal welfare, resource efficiency and production efficiency. Additionally, it is essential to ensure the development of integrated strategies for the prevention or control of disease and approaches for

the development of farming systems that are in line with the objectives to improve health and consumer protection. It is essential to ensure development of knowledge in order to improve the health and well-being of humans and animals (risk assessment, diagnosis, epidemiological approach, long-term effects of nutrition and other impacts on health and well-being). In accordance to the ATF (2013) the realization of the above include the need for adequate infrastructure for the management of health, the need for research and prediction of new diseases and the proper methods and tools for crisis management. Currently, one of the most used system of quality control are GLOBALG.A.P. (Worldwide Standard for Good Agricultural Practices) and HACCP. GLOBALG.A.P. (Global G.A.P, 2019) is an internationally recognized set of farm standards dedicated to Good Agricultural Practices (GAP). Through certification, producers demonstrate their adherence to GLOBALG.A.P. standards. For consumers and retailers, the GLOBALG.A.P. certificate is reassurance that food reaches accepted levels of safety and quality, and has been produced sustainably, respecting the health, safety and welfare of workers, the environment, and in consideration of animal welfare issues. Furthermore, without such reassurance, farmers may be denied access to markets.



Picture 2 The goals of the GLOBALG.A.P. (Global G.A.P, 2019)

HACCP is a management system in which food safety is addressed through the analysis and control of biological, chemical, and physical hazards from raw material production, procurement and handling, to manufacturing, distribution and consumption of the finished product (HACCP, 2019).



Picture 3 The concept of HACCP management system (HACCP, 2019)

The development of agricultural and livestock systems that promote holistic approaches to human (individual and social), animal health and the environment will require multidisciplinary and multiple approaches. Improved understanding of ecological and epidemiological drivers of phenomena, persistence and spread of the disease and the application to improve disease control through integrated strategies requires transnational and local activities.

#### 4. Knowledge exchange towards innovation

Innovations were the basis for the development of agriculture and the success of the sector in the past. For example, technical development in the livestock sector has allowed farmers to keep large animal flocks at lower labour costs, reduce waste and emissions, reduce disease. Furthermore, new technology development and application of innovation will be crucial for future success, i.e. they need to ensure that the sector becomes viable and remains competitive. New techniques enable highly specialized farm management systems, which can make the livestock sector one of the most technologically advanced sectors in the world. ICT, precision livestock farming and “omics” are promising new technological achievements that should be invested.

In order for innovations and technological development to be successful, it is extremely important that they develop in cooperation with farmers and industry, since their knowledge greatly contributes to making the scientific results useful in practice.

Accordingly, to the ATF (2013), the most important are the following issues:

- Knowledge exchange with farmers and industry towards innovation.
- Improving systems for the implementation of ‘omics’ tools.
- Ensuring animal welfare.

#### Conclusion

The livestock sector can make a big contribution to a more sustainable, climate smart and more competitive Europe and to ensure responsible animal production in Europe in a changing world environment. Research and innovation has made the European livestock sector competitive, balanced and efficient as it is today. Therefore, in order to address new challenges in ensuring the supply of safe and healthy food of high quality, reducing environmental impact, ensuring better use of resources while respecting animal integrity, satisfying consumer needs and contributing to an economically viable economy especially in small scale farms, it is necessary to provide permanent support for research and innovation in the livestock sector and their application at the state and local level.

#### References

1. Animal Task Force, ATF (2013). Research & innovation for a sustainable livestock sector in Europe. White paper, April 2013
2. Animal Task Force, ATF (2019). Vision Paper towards European Research and Innovation for a sustainable and competitive livestock production sector in Europe. A framework for suggested priorities for R&I within Horizon Europe, February 2019
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2011). World Livestock 2011 – Livestock in food security. Rome.
4. US Census Bureau (2016). <https://www.census.gov/library/publications.html>
5. GlobalG.A.P (2019). <https://www.globalgap.org/> (28.02.2019)
6. HACCP (2019). <http://www.haccp.hr/> (28.02.2019.)

## Povećanje konkurentnosti stočarskog sektora kroz znanje i inovacije

### Sažetak

Mali farmeri, uključujući stočare, doprinose između 50 i 70 posto svjetske opskrbe hranom. Također, smatraju se jednim od najvažnijih čimbenika u poljoprivrednom i ruralnom razvoju u svim europskim zemljama, s obzirom na činjenicu da mali poljoprivrednici i obiteljski poljoprivrednici ostaju ključni čimbenici za sigurnost hrane, zapošljavanje, iskorjenjivanje siromaštva i očuvanje okoliša. Pitanje malih poljoprivrednih sustava također je izravno povezano s potrebom za većom koordinacijom među dionicima duž lanaca vrijednosti. Svakodnevno se mala obiteljska gospodarstva i sudionici suočavaju s nekoliko izazova koji ometaju njihovo aktivno sudjelovanje u održivom poljoprivrednom i ruralnom razvoju u europskim zemljama. Njihove specifične potrebe u smislu tehnoloških inovacija nisu uvijek razmatrane, a glavne inovacije često nisu prilagođene specifičnim uvjetima malih vlasnika. Istraživanje i inovacije učinili su europski sektor stočarstva konkurentnim, uravnoteženim i učinkovitim kakav je danas. Stoga, kako bi se odgovorilo na nove izazove u osiguravanju opskrbe sigurnom i zdravom hranom visoke kvalitete, smanjenju utjecaja na okoliš, osiguravanju bolje uporabe resursa uz poštivanje integriteta životinja, zadovoljavanje potreba potrošača i doprinos ekonomski održivom gospodarstvu, posebno malim poljoprivrednim gospodarstvima, potrebno je osigurati stalnu potporu za istraživanja i inovacije u sektoru stočarstva i njihovu primjenu na državnoj i lokalnoj razini.

**Ključne riječi:** stočarska proizvodnja, inovacije, znanje, konkurentnost

## Mulching in vegetable production: effects on growth, yield and pests management

Smiljana Goreta Ban<sup>1,2</sup>, Katja Žanić<sup>3</sup>, Mario Franić<sup>1,2</sup>, Dean Ban<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of agriculture and tourism, Karla Huguesa 8, Poreč, Croatia, e-mail: smilja@iptpo.hr*

<sup>2</sup>*Centre of excellence for biodiversity and plant molecular breeding, Svetošimunska 25, Zagreb, Croatia*

<sup>3</sup>*Institute for Adriatic crops and karst reclamation, Put Duilova 11, Split, Croatia*

### Abstract

Mulching is a common practice in the production of vegetables during last more than twenty years. The technology is applicable to the most vegetable crops grown either outside or in protected cultivation and it is often accompanied with drip irrigation and use of water soluble fertilizers. There are many benefits of soil mulching, and among the most important, are increased soil temperature in root zone which enhances early spring vegetative growth and development, leading to increase of yield in early harvests. In addition, mulching could reduce water use and weed growth, and contribute to better control of pest attacks. The most used mulches worldwide are plastic and PE mulches, but recently debate was raised about serious environmental constraints due to problems with their disposal and reuse. Therefore, more efforts should be done on development of biodegradable mulches or use of organic mulches that may be incorporated into soil after harvest. The results of different experiments on testing the effect of PE mulches on growth, yield, and quality of watermelon and tomato crops grown in the Mediterranean part of Croatia, as well as comparison to straw mulch are discussed in this paper.

**Key words:** fruit quality, polyethylene film, straw mulch, pest management, soil temperature, yield

### Introduction

Conventional agricultural production systems are defined as cropping systems that are most commonly used for a given area that utilize synthetic agricultural pesticides and fertilizers (Arriga et al., 2017). These systems are intense in the use of tillage and chemicals and as such, they deteriorate soil health and inevitably lead to poor biological, chemical and physical properties of soil. During the 80's intensive research has been done on agricultural systems that would reduce the problem of environment pollution and soil degradation due to intensive use of conventional agriculture (Hoyt and Hargrove, 1986; Paine and Harrison, 1993). The improvement of water use efficiency has been more accentuated because the water costs contribute to food price but also the quantity of quality water is rather limited for agricultural use. Therefore, the mulching was proposed as feasible strategy contributing to water savings in addition to other advantages.

Mulches can be defined as materials that are applied to (or grown upon) the soil surface, which differs them from materials that are incorporated into the soil surface, such as soil amendments. From this definition any material can be considered a mulch if it is laid or grown over the soil surface, although, all mulches are not equally beneficial. Mulches have been used in

agriculture for various reasons, but water conservation and erosion control are of particular importance especially in arid and semi-arid regions (Bhardwaj, 2013). Other benefits from using mulches are soil temperature modification, improvement of soil fertility and health, reducing weed growth and pest infestation, increase of crop quality and yield, etc. (Van Derwerken and Wilcox, 1988, Dilip Kumar et al., 1990; Ban et al., 2009). Mulching can reduce soil deterioration by preventing runoff and soil loss and it can reduce soil water evaporation, although it is dependent on the soil type, rainfall pattern and evaporative demand (Jalota et al., 2001).

Mulches can be divided in two main categories based on their types: organic and inorganic. Organic mulches are derived from plant and animal materials which includes straw, hay, compost, leaf mold, sawdust, peanut hulls, wood chips, shavings and animal manure (Bhardwaj, 2013). They are important part of sustainable agricultural practice that is directed to environment conservation and long-term ecological balance of the soil ecosystem. The organic mulches could be utilized by growing cover crops during fall, winter and early spring (Teasdale and Abdul-Baki, 1998). Plowing these cultures in spring is not the most efficient way of fertilization due to rapid mineralization of organic matter. Also, weed growth is stimulated and possibility of soil erosion is increased. Research has shown that it is better to leave the cover crops and use the biomass as mulch (Creamer et al., 1996; Tesdale and Abdul-Baki, 1998; Masiunas, 1998).

Benefits of organic mulches include reduction in nitrate leaching, erosion, improvement of soil physical properties, nitrogen balance, soil biological activity, regulation of soil temperature, water retention, etc. (Hooks and Johnson, 2003; Muhammad et al., 2009). Disadvantages of organic mulches include considerable human labor for mulch spreading, expenses and logistical problems of large-scale use of mulch (Bhardwaj, 2011, 2013).

Inorganic mulch includes a wide range of plastic films, mostly polyvinyl chloride and polyethylene based. Most used type of plastic mulch is linear low density polyethylene film (PE). Plastic mulch films have the benefit of increasing temperature around plants in period of low temperature and weed control, as well as, improvement of agronomic parameters in some plants (Arora et al., 2002). Inorganic mulch accounts for the largest volume of mulch that is used in commercial production (Bhardwaj, 2013). In Croatia, mulching is a common practice in vegetable production; with black polyethylene films being most frequently used (Goreta et al., 2005).

### **Effect of PE mulch on plant growth and development**

Mulches have frequently been used to enhance the establishment of woody and herbaceous species. Mulching provides a more favorable environment for plant growth which results in enhanced vigor and healthier plants. It was demonstrated by Sarolia and Bhardwaj (2012) that mulched plants grow more uniformly than unmulched plants. Tomato growth was shown to be stimulated with the application of black PE film as it increased plant height and number of laterals (Lourduraj et al., 1996). Similar results have been reported on tomato grown under nutrient paper mulch (Gao et al., 2001). Similarly to tomato, black plastic mulch, compared to other mulches, has been shown to have the greatest effect on plant height, plant spread and highest number of branches in marigold (Chawla, 2006).

Cucumbers, watermelons, peppers, muskmelons, and similar warm season vegetables respond to mulching by early maturation and yield increase. Early maturation is probably due to temperature modification and maintenance of favorable temperatures during the growth season. In general, black polyethylene mulches that are applied to planting beds before planting will warm up the soil and promote growth, which results in earlier harvest (Lamont, 2005). The use of polyethylene films for enhancing earliness and increasing yield has been demonstrated in different vegetable crops

(Goreta et al., 2005; McCann et al., 2007). Similar results of beneficial effect of PE mulches on early harvest and higher yield were obtained by Romić et al. (2003) for watermelon and Walters (2003) for zucchini. Effects of different types (colors) of PE mulch on watermelon production have been investigated by Ban et al. (2009). Black and clear films had advantage over white and semitransparent brown and green films due to higher soil temperature and positive effect on vegetative growth and yield. Generally, during the first 60 days after planting, a significant correlation of vine length, leaf number, early and total yield with both the sum and average soil temperatures at 5 cm depth under PE films was observed (Table 1). Lack of response was observed when the soil temperatures were optimal for watermelon growth (Pula, 2003) or too low for any growth (Opuzen, 2004).

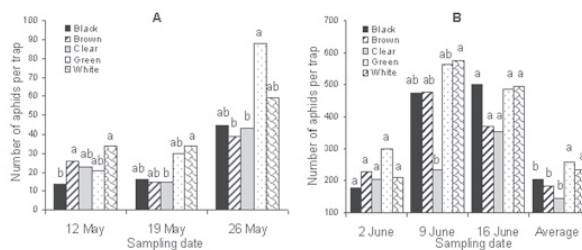
Table 1. Coefficient of determination ( $r^2$ ) between vine length, leaf number, early and total yield and sum of temperatures (Sum) or average daily temperatures (Avg) measured in root zone during the first 60 days after planting of watermelon grown on colored PE films at Pula and Opuzen in 2003, 2004, and 2005 (adapted from Ban et al., 2009)

Location	Year	Vine length		Leaf number		Early yield		Total yield	
		Sum	Avg	Sum	Avg	Sum	Avg	Sum	Avg
Pula	2003	0.78 <sup>ns</sup>	0.79 <sup>ns</sup>	0.57 <sup>ns</sup>	0.56 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.38 <sup>ns</sup>	0.39 <sup>ns</sup>
	2004	0.95*	0.96*	0.98**	0.99**	0.96*	0.95*	0.85*	0.84*
	2005	0.92*	0.91*	0.70 <sup>ns</sup>	0.68 <sup>ns</sup>	0.95*	0.95*	0.88*	0.89*
Opuzen	2004	0.33 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	0.74 <sup>ns</sup>	0.73 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>
	2005	0.89*	0.88*	0.94**	0.93**	0.95**	0.94**	0.96**	0.96**

Significant linear regressions are denoted as: ns, \*, \*\*, \*\*\*, insignificant or significant at  $P \leq 0.05$ , 0.01, 0.001, respectively.

In addition, to positive effect on growth and yield as a consequence of soil warming at early season, mulch controls weed growth by providing a physical barrier which reduces germination, suppresses seedling emergence and reduces growth of many weeds (Vander Zaag et al., 1986). Compared to black, blue, brown, white on black mulches, white or clear mulches have little effect on weed control (Bond and Grundy, 2001).

Effect of mulching on insect pest control has been observed in reduction of whitefly population on plants grown on transparent polyethylene mulch and in catching aphids on yellow traps (Bhardwaj, 2013). Repellent effect of transparent mulch has been demonstrated for aphids (Jones, 1991), whiteflies (Kelly et al., 1989) and trips (Greenough et al., 1990). The effect of mulching in controlling aphid populations in watermelon production was reported in Ban et al. (2009) where the number of winged aphids on black, brown and clear PE films was generally lower than on green or white films (Graph 1). Additional value for black and clear PE films was the positive effect on growth parameters and watermelon yield.



Graph1. Number of winged aphids caught in yellow water traps on different colored polyethylene mulches in watermelon (adapted from Ban et al. (2009))



Žanić et al. (2009) showed that four most economically relevant aphid species (*Acyrtosiphonpisum* (Harris), *Aphis craccivora* Koch, *Aphis gossypii* Glover and *Myzuspersicae* (Sulzer)) showed different responses to mulch color. Their results demonstrate that mulch affects total number of aphid populations, and the presence of individual species is dependent on mulch color which infers that certain mulches can be used in crop protection management. Results of this study, for overall season number of aphid species per yellow pan trap by mulch color are presented in Table 2.

Table 2. Overall season number of aphid species per yellow water pan trap in watermelons grown on differently colored mulches (adapted from Žanić et al. (2009))

Aphid species	Mulch colour				
	Black	Brown	Clear	Green	White
Overall season			(No. of aphids per trap)		
<i>Aphis fabae</i> *	35.3 bc	14.0 c	52.0 ab	29.3 bc	80.3 a
<i>Aphis gossypii</i>	231.0 a	210.3 ab	114.7 b	164.0 ab	250.3 a
<i>Brachycaudushelichrysi</i>	8.7 a	4.3 ab	4.0 ab	4.0 ab	1.3 b
<i>Brevicorynebrassicae</i>	65.7 a	46.0 b	7.3 c	33.3 b	45.7 b
<i>Cavariella</i> sp.	0.0 b	0.3 ab	0.0 b	0.3 ab	2.0 b
<i>Dysaphisplantaginea</i>	0.3 ab	2.0 a	0.3 ab	1.3 ab	0.0 b
<i>Hyadaphisphoeniculi</i>	0.3 b	3.3 a	5.0 a	2.7 ab	4.3 a
<i>Hyalopteruspruni</i>	5.0 ab	6.0 ab	5.3 ab	9.3 a	1.7 b
<i>Hyperomyzuslampisane</i>	26.3 bc	15.0 c	27.0 bc	59.3 ab	81.7 a
<i>Hyperomyzuspieridis</i>	3.3 b	6.3 ab	4.3 ab	8.0 ab	9.3 a
<i>Macrosiphumosae</i>	0.0 b	0.0 b	0.0 b	1.0 a	0.3 b
<i>Myzuspersicae</i>	93.0 b	117.3 b	103.3 b	270.7 a	261.3 a
<i>Phyllaphisfagi</i>	1.7 ab	3.7 ab	3.0 ab	5.0 a	1.3 b
<i>Tetraneurasp.</i>	3.0 ab	6.3 a	2.0 ab	2.7 ab	1.3 b
<i>Therioaphistrifolii</i>	0.0 ab	0.0 ab	1.7 a	0.0 ab	0.0 ab

\*Means within rows followed with different letters are significantly different at  $P \leq 0.05$  by LSD test

When the black PE film was compared to bare soil and straw mulch the total number of aphids per trap was the highest at black PE film on two dates, however, there was no significant difference among treatments for overall season (Table 3).

Table 3. Number of winged aphids per trap in watermelon grown on bare or mulched soil during spring and overall season (adapted from Žanić et al. (2013))

Treatment	Number of aphids per trap					
	16 May	23 May	30 May	6 June	13 June	Season
<b>Bare soil</b>	38.3 a*	2.0 c	101.0 a	65.7 b	76.3 a	302.0 a
<b>Black PE mulch</b>	44.0 a	97.7 a	84.3 a	105.3 a	97.3 a	427.3 a
<b>Straw mulch</b>	61.3 a	60.7 b	92.7 a	47.3 b	43.0 a	305.0 a

\*Means within column followed with different letters are significantly different at  $p \leq 0.05$  by LSD test.

Basis of soil solarization process is the fact that mulches can produce soil temperatures that are high enough to control weeds, plant pathogens and nematodes (Stapleton et al., 2005).

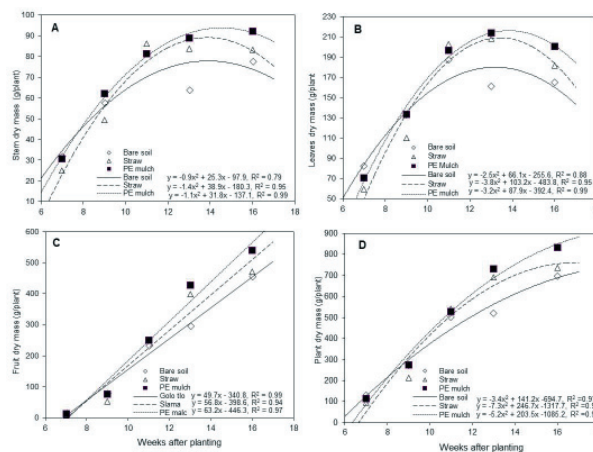
Positive effects of mulching on pest and weed control and reduction of plant stress may lead to decrease in the use of chemicals used for pest and weed control. Reduction in the use of these chemicals reduces the cost production and may have positive effect on beneficial insects, bacteria and fungi and contribute to overall soil health.

There is also an economic importance of using mulch. Sutagundi (2000) reported higher net returns and benefit to cost ratio in chili production using straw mulch. Cost saving are also noticeable in reduction of pesticide use and weed control management. However, the use of PE mulch or straw mulch in tomato production causes the need for hand picking tomato fruit which increases production costs by up to 50% (Oplanić et al., 2008).

### Comparison of PE and straw mulch in vegetable production

A side to all benefits of PE mulches and positive effects on yield, earliness and particularly improvement of water use efficiency, the main disadvantage is that it must be removed and disposed of at the end of each season. However, PE mulch could not be completely removed from a field and it remains in soil for decades and can inhibit plant growth, affect soil physically and may enter the food chain (Bandopadhyay et al., 2018). The cost and effort of recovering and recycling used mulching films may be a problem in the long term. Therefore, much effort has been done to develop biodegradable mulches or to use organic remains from agriculture that could be incorporated into soil after season. Materials that are locally available prove to be a good choice for mulch, such as timber harvest residues, unprocessed bark and straw mulch (van Nierop and White, 1958; Ringe and Graves, 1990). Aref et al. (1996) showed that tomato yield significantly increased under hairy vetch mulch compared to bare soil.

Straw is widely available and can be good alternative to plastic, particularly for organic agriculture. Ban et al. (2008) reported that straw mulch decreased plant growth, delayed flowering and branching of tomato compared to PE mulch. Increase in tomato plant mass, leaf mass, as well as increase in tomato fruit yield on black PE film compared to straw or bare soil was observed by Grbac et al. (2010) (Graph 2). Similar results were obtained in watermelon where black PE mulch compared to straw and bare soil increased watermelon stem length, improved vegetative growth and early maturation and increased early and late yield (Ban et al., 2010).



Graph 2. Increase in dry mass of tomato stem (A), leaf (B), fruit (C), above ground plant parts (D) grown on bare soil, mulched with straw and PE film (adapted from Grbac et al. (2010))

The superior influence of black PE mulch on growth and yield of vegetable grown in early spring is directly linked to its ability to increase root zone soil temperature (Díaz-Pérez, 2010), while decrease of root zone temperature was found under straw mulch compared to bare ground (Kar and Kumar, 2007). Similar results were observed in study of Perkovic et al. (2018), and accumulation of growing degree days ( $T_{base}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) was higher under black PE mulch compared to straw and bare soil in watermelon production and the results are presented in Table 4.

Table 4. Growing degree days (GDD  $T_{base}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) in years 2010 and 2011. Adopted from Perković et al. (2018)

Treatment	GDD	
	2010	2011
Bare soil	247 b*	200 b
Black PE film	284 a	228 a
Straw mulch	224 b	154 c

\*Means within column followed with different letters are significantly different at  $p \leq 0.05$  by LSD test.

Fruit quality is particularly important in vegetable production and there is ample evidence that it could be improved with mulching. Mulch keeps fruits cleaner by preventing contact with soil, reduces soil rot, blossom end rot and fruit cracking (Bhardwaj, 2013).

Horvat et al. (2010) showed that the use of PE mulch combined with increased fertilization significantly increased lycopene and sucrose concentration in tomato fruit, whereas glucose, fructose and ascorbic acid content were higher for bare soil (Table 5).

The effect of mulching on sensory properties was observed in watermelon, and the fruit of watermelons grown on black PE mulch were better scored compared to ones grown on bare soil or straw mulch (unpublished data).

Table 5. The effect of mulch on tomato fruit quality (adapted from Horvat et al. (2010))

Treatment	Glucose (g/kg)	Fructose (g/kg)	Sucrose (g/kg)	Lycopene (mg/100g)	Ascorbic acid (mg/100g)
Bare soil	13.4 a	16.4 a	0.46 b	32.4 c	28.6 a
Black PE film	11.5 b	11.3 b	0.85 a	41.3 a	16.7 c
Straw mulch	9.3 c	9.5 c	0.52 b	38.9 b	18.9 b

\*Means within column followed with different letters are significantly different at  $p \leq 0.05$  by LSD test.

Ample of evidence is reported on positive effect of plastic mulch in vegetable production, but impact of plastic mulching as a standard agricultural practice on soil quality is still unknown in terms of potentially deteriorating soil or negatively influence soil microbiome. The holistic approach is needed that will develop the production technology ensuring high yield and food quality with less environment pressure. The testing of different cover crops and/or living mulches adjusted to each particular pedo-climatic condition could be sustainable alternative to plastic in vegetable production.

## Conclusion

Positive effects of mulches (organic or inorganic) in crop production have been widely discussed. It has been demonstrated that mulch provides benefits through conservation of soil and water; it enhances soil biological activity and improves chemical and physical properties of soil, either directly or indirectly through the decrease in pesticide, herbicide and fungicide use. In

arid and semi-arid regions, mulch improves soil moisture, reduces runoff and soil erosion. It also helps in weed and pest control. Added to these benefits are also the benefits of early maturation, increase in vegetative growth, quality and crop yield. Different types of mulching materials are used (organic and inorganic) but black PE film has been proven to be superior, and preferred by growers. Due to inevitability of water problems in the future, mulching is imposed as the easiest solution for water and soil conservation. However, intensive work on development of biodegradable and/or organic mulches comparable to PE mulches is needed in order to reduce micro plastic residues in agricultural soils.

## References

1. Abdul-Baki, A.A. (1998): Vegetable production system. Annual convention and trade show. Proc.: Cultivating ideas. November 19-20, Pasco, Washington: 9-16.
2. Aref, A., Abdul-Baki, A.A., John, R.S. (1996): Hairy vetch mulch favorably impacts yield of processing tomatoes. *Horticulture Sciences*, 31, 338-340.
3. Arora, J.S., Kaur, A., Sidhu, G.S. (2002): Performance of carnation in polyhouse. *Journal of Ornamental Horticulture, New Series*, 5, 58-63.
4. Arriaga, F.J., Guzman, J., Lowery, B. (2017): Conventional Agricultural Production Systems and Soil Functions. *Soil Health and Intensification of Agroecosystems*, 109–125.
5. Ban, D., Zovko, M., Sraka, M., Kaluđerović, I., Žnidarčič, D. (2008): Utjecaj malčiranja na rast prinos rajčice za preradu. *Proceedings 43rd Croatian and 3rd International Symposium on Agriculture*. Pospišil, Milan (ur.). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Agriculture, 425-429
6. Ban D., Žanić K., Dumičić G., Gotlin Čuljak, T., Goreta Ban, S. (2009): The type of polyethylene mulch impacts vegetative growth, yield, and aphid populations in watermelon production. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 7 (3-4), 543-550.
7. Ban, D., Goreta Ban, S., Sraka, M., Horvat, J., Žnidarčič, D. (2010): Utjecaj različite tehnologije malčiranja na vegetativni rast prinos rajčice i lubenice. *Sažeci XI. Kongresa hrvatskog tloznanstvenog društva „Perspektive gospodarenja tлом u budućnosti“*. Husnjak, S. (ur.). Zagreb: Hrvatsko tloznanstveno društvo, 164-164.
8. Bandopadhyay, S., Martin-Closas, L., Pelacho, A.M., DeBruyn, J.M. (2018): Biodegradable Plastic Mulch Films: Impacts on Soil Microbial Communities and Ecosystem Functions. *Frontiers in microbiology*, 9, 819.
9. Bhardwaj, R.L. (2011): Bench mark survey on effect of mulching material on crop production. *Krishi Vigyan Kendra, Sirohi, MPUAT Udaipur*, pp.12-15.
10. Bhardwaj, R.L. (2013): Effect of mulching on crop production under rainfed condition – a review. *Agricultural Reviews*, 34 (3), 188-197.
11. Bond, W., Grundy, A.C. (2001): Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*, 41, 383-405.
12. Chawla, S.L. (2006): Effect of irrigation regimes and mulching on vegetative growth, quality and yield of flowers of African marigold. Ph.D. Thesis, Department of Horticulture, Maharana Pratap University of Agriculture and Technology, Udaipur.
13. Creamer, N.G., Bennett, M.A., Stinner, B.R., Cardina, J., Regnier, E.E. (1996): Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. *Hort. Sci.*, 31 (3), 410-413.
14. Díaz-Pérez, J.C. (2010): Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) grown on plastic film mulches: effects on crop micro-environment, physiological attributes, and fruit yield. *HortScience*, 45, 1196-1204.
15. Dilip Kumar, G. Sachin, S.S., Kumar, R. (1990): Importance of mulch in crop production. *Indian Journal of Soil Conservation*, 18, 20-26.
16. Gao, G.X., Jin, L.Z., Guo, F.C., Gu, Z.H., Yu, Y., Chen, B. (2001): Effect of nutrient paper mulching on tomato (*Lycopersicon esculantum*) cultivation. *China Vegetables*, 6, 6-7.
17. Goreta, S. Perica, S. Dumicic, G. Bucan, L., Zanic, K. (2005): Growth and yield of watermelon on polyethylene mulch with different spacing and nitrogen rates. *HortScience*, 40, 366-369.

18. Grbac, V., Horvat, J., Ban, D., Goreta Ban, S., Jungić, D., Sraka, M. (2010): Rastbiomasera jčice prirazičitoj gnojbidušikom alčevima. Zbornik radova 45. hrvatskii 5. međunarodnisimpozijagronoma. Marić, S., Lončarić, Z. (ur.). Osijek: PoljoprivredifakultetSveučilišta Josipa JurjaStrossmayera u Osijeku, 571-575.
19. Greenough, D.R. Black, L.L., Bond, W.P. (1990): Aluminum surfaced mulch: an approach to the control of tomato spotted wilt virus in solanaceous crops. *Plant Disease*, 74, 805-808.
20. Hooks, C.R.R., Johnson, M.W. (2003): Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. *Crop Protection*, 22, 223-238.
21. Horvat, J., Ban, D., Goreta Ban, S., Oplanić, M., Žnidarčić, D. (2010): Utjecajmalčaiprihrane na bioaktivne nutritivnespojeveplodarajčice (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Zbornik radova 45. hrvatskii 5. međunarodnisimpozijagronoma. Marić, S., Lončarić, Z. (ur.). Osijek: PoljoprivredifakultetSveučilišta Josipa JurjaStrossmayera u Osijeku, 634-638.
22. Hoyt, G.D., Hargrove, W.L. (1986): Legume covercrops for improving crop and soil management in the southern United States. *HortScience*, 21, 397-402.
23. Jalota, S.K., Khera, R., Chahal, S.S. (2001): Straw management and tillage effects on soil water evaporation under field conditions. *Soil Use and Management*, 7, 282-87.
24. Jones, R.A.C. (1991): Reflective mulch decreases the spread of two non-persistently aphid transmitted viruses to narrow lupin (*Lupinus angustifolius*). *Annals of Applied Biology*, 118, 79-85.
25. Kar, G., Kumar, A. (2007): Effects of irrigation and strawmulch on water use and tuber yield of potato in eastern India. *Agricultural water management*, 94, 109-116.
26. Kelly, J.W. Adler, P.H. Decoteau, D.R., Lawrence, S. (1989): Colored reflective mulches surfaces to control whitefly on poinsettia. *HortScience*, 24, 1045-1049.
27. Lamont, Jr. W. J. (2005): Plastics: Modifying the microclimate for the production of vegetable crops. *HortTechnology*, 15, 477- 481.
28. Lourduraj, A.C., Sreenarayanan, V.V., Rajendran, R., Ravi, V., Padmini, K., Pandiarajan, T. (1996): Effect of plastic mulching on tomato yield and economics. *South Indian Horticulture*, 44, 139-142.
29. Masiunas, J.B. (1998): Production of vegetables using cover crop and living mulches – a review. *J. Veg. Crop. Prod.*, 4, (1), 11-31.
30. McCann I., Kee E., Adkins J., Ernest E., Ernest J. (2007): Effect of irrigation rate on yield of drip-irrigated seedless watermelon in humid region. *Sci. Hort.*, 113, 155-161.
31. Muhammad, A.P. Muhammad, I., Khuram, S., Anwar-UL-Hassan. (2009): Effect of mulch on soil physical properties and NPK concentration in maize (*Zea mays*) shoots under two tillage system. *International Journal of Agriculture & Biology*, 11, 120-124.
32. Oplanić, M., Ban, D., Ilak Peršurić, A.S. (2008): Utjecajmalčaignojidbe na ekonomskerezultate u proizvodnjirajčice za preradu. *Proceedings 43rd Croatian and 3rd International Symposium on Agriculture*. Pospišil, M. (ur.). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Agriculture, 190-194.
33. Paine, L.K., Harrison, H. (1993): The historical roots of living mulch and related practices. *HortTechnology*, 3, 137-143.
34. Ringe, J.M., Graves, D.H. (1990): Mulches derived from wood: an economic comparison of two materials used to reclaim surface mines. *Forest Prod. J.*, 40, 35-38.
35. Romic, D. Borosic, J. Poljak, M., Romic, M. (2003): Polyethylene mulches and drip irrigation increase growth and yield in watermelon (*Citrullus lanatus* L.). *European Journal of Horticultural Science*, 68, 192-198.
36. Sarolia, D.K., Bhardwaj, R.L. (2012): Effect of mulching on crop production under rainfed condition: A Review. *Int. J. Res. Chem. Environ.*, 2, 8-20.
37. Stapleton, J.J., Molinar, R.H., Lynn-Patterson, K., McFeeters, S. K., Shrestha, A. (2005): Soil solarisation provides weed control for limited resource and organic growers in warmer climates. *California Agriculture*, 59, 84-89.
38. Sutagundi, R. B. (2000): Effect of mulches and nutrient management on growth and yield of chilli (*Cap-sicum annuum* L.). M.Sc. (Agri.) Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad.

39. Teasdale, J.R., Abdul-Baki, A.A. (1998): Comparison of mixtures vs. monocultures of cover crops for fresh-market tomato production with and without herbicides. *HortScience*, 33, 163-1166.
40. Van Derwerken, J.E., Wilcox, L.D. (1988): Influence of plastic mulch and type and frequency of irrigation on growth and yield of bell pepper. *Horticultural Science*, 23, 985-988.
41. Van Nierop, E.T., White, D.P. (1958): Evaluation of several organic mulching materials on a sandy loam forest nursery soil. *J. Forestry*, 56, 23-27.
42. Vander Zaag, P., Demagante, A., Acasio, R., Domingo, A., Hagerman, H. (1986): Response of solanum potatoes to mulching during different seasons in an isohyperthermic environment in the Philippines. *Tropical Agriculture (Trinidad)*, 63, 229-239.
43. Walters, S.A. (2003): Suppression of watermelon mosaic virus in summer squash with plastic mulches and row covers. *HortTechnology*, 13, 352-357.
44. Žanić, K., Ban, D., Goreta Ban, S., GotlinČuljak, T., Dumičić, G. (2009): Response of alate aphid species to mulch colour in watermelon. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 7(3-4), 496-502.

## Upotreba malča u povrćarskoj proizvodnji: Utjecaj na rast, prinos i kontrolu štetočina

### Sažetak

Upotreba malča u povrćarskoj proizvodnji je ustaljena praksa u zadnjih nešto više od dvadeset godina. Malčiranje se može primijeniti u uzgoju većine povrćarskih kultura koje se uzgajaju na otvorenom ili u zaštićenom uzgoju, te je često popraćeno navodnjavanjem kap po kap i upotrebom vodotopivih gnojiva. Mnoge su prednosti upotrebe malča od kojih je jedna od najvažnijih povećanje temperature tla u zoni korijena koja poboljšava rani proljetni vegetativni rast i razvoj, te dovodi do povećanja prinosa u ranoj berbi. Uz to, malčiranje može smanjiti upotrebu vode i rast korova, te doprinijeti boljoj kontroli napada štetočina. Plastični i PE malčevi su najkorištenije vrste malčeva u svijetu, ali u zadnje vrijeme stavljen je naglasak na ozbiljna okolišna ograničenja takvih malčeva zbog problema sa zbrinjavanjem i ponovnom upotrebom. Stoga su napor usmjereni ka razvoju biorazgradivih malčeva i korištenju organskih malčeva koji se mogu usvojiti u tlo nakon berbe. Rezultati različitih istraživanja na utjecaj PE malčeva na rast, prinos i kvalitetu lubenice u rajčice uzgajanih u mediteranskom dijelu Hrvatske u odnosu na malč od slame su raspravljani u ovome radu.

**Ključne riječi:** kontrola štetočina, kvaliteta ploda, malč od slame, polietilenski film, prinos, temperatura tla

## Land degradation neutrality. How to reverse land degradation with conservation agriculture practices?

Paulo Pereira<sup>1</sup>, Igor Bogunovic<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Environmental Management Laboratory, Mykolas Romeris University,  
LT-08303 Vilnius, Lithuania; e-mail: pereiraub@gmail.com*

<sup>2</sup>*University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Svetosimunska 25, Zagreb, Croatia.*

### Abstract

Land degradation is a global problem and is a consequence of natural, but even more to human activities. The target 15.3 (Goal 15 "life on land" from United Nations Sustainable Development Goals) aims to reduce desertification and restore land and degraded soil towards a World without land degradation. Land Degradation Neutrality can be achieved by using a Sustainable Land Management (SLM), which includes Conservation Agriculture (CA) practices. Despite the differences in the studies carried out, it is clear that CA practices improve soil environment and therefore soil productivity. A key aspect to the adoption and implementation of CA practices is involving planners, farmers, stakeholders and policy makers and explain the long-term advantages.

**Keywords:** Land Degradation, Sustainable Development Goals, Sustainable Land Management, Conservation Agriculture

### Introduction

In 2014, United Nations (UN) established their agenda for 2030. Seventeen sustainable development goals (SDG's) and 169 targets were announced with the aim to live in a more prosperous and sustainable world. The goals and targets announced aim to integrate in a balanced way the 3 different pillars of sustainable development: the economic, social and environmental (UN, 2015).

Land degradation is a worldwide phenomenon and is defined by the long-term losses of productivity and ecosystem functions as consequence of natural or human made disturbances (Bai et al., 2008). Land degradation is strongly linked to the three pillars of sustainable development, since depends on social development (e.g. population increase), economical status (e.g. political instability) and climate change (e.g. drought) (Eckert et al., 2015). Land degradation is directly and indirectly related to several of SDG's (Akhtar et al., 2017), however, is specially connected with the goal 15, Life on Land. Goal 15 is especially focused on four key areas: 1) loss of biological diversity, and degradation in 2) land, 3) forests and 4) mountains. This goal demands the governments to stop biodiversity loss and land degradation, and restore, protect and promote a sustainable use of the land (Barbut, 2018). Under the target 15.3, it is aimed to by "2030, combat desertification, restore degraded land and

soil, including land affected by desertification, drought and floods, and strive to achieve and land degradation-neutral world<sup>1</sup>”.

Land Degradation Neutrality (LDN) aim is to enhance or maintain land-based natural capital and its associated ecosystem services (ES). Neutrality entails that there is no net loss of land-based ecosystems and their services in relation to a baseline level (Cowie et al., 2018). It is extremely urgent to restore the ecosystems as consequence of the enormous economic, social and ecological costs. To meet the target of LDN it is crucial to involve planners, stakeholders and policymakers (Pacheco et al., 2018).

For the sustainability of our planet, it is crucial to reduce and reverse land degradation process. It can prevent as well the achievement of the other 16 SDG goals (Barbut, 2018). Soil management plays an important role on land degradation. Intensive practices and the use and abuse of herbicides and pesticides are responsible for soil degradation and the long-term decrease of soil productivity, while conservation agriculture (CA) can reduce soil degradation and increase soil productivity (Pereira et al., 2017). LDN cannot be achieved without CA practices, since agriculture is one of the major drivers of land degradation. Therefore, for soils continuing to have the capacity to supply ES in quality and quantity, intensive land use practices and the disservices associated (e.g. erosion, pollution, contamination, human health) should be reduced (Pereira and Murillo, 2018). The objective of this work is to make a revision of the soil CA practices important to achieve LDN.

### **Costs of land degradation: A global picture.**

The estimations of land degradation are not conclusive and present high discrepancies. Total estimated degraded area varies from 1 to 6 billion ha and has important spatial differences. The inconsistencies between studies are attributed to the methods applied. They capture different aspects of degradation but neglect the full picture. The methods used are based on 1) expert opinion 2) satellite images 3) biophysical models and 4) abandoned cropland (Gibbs and Salmon, 2015). From all methods, perhaps the most accurate is the satellite images based since shows the actual land degradation and is not limited to certain types of land use.

Despite the differences, it is estimated that 75% of terrestrial ecosystems are affected by land degradation and this number can rise to 90% by 2050, if we continue with business as usual practice. 52% of the world agriculture area is affected by degradation, mainly as consequence of poor agricultural practices that lead to soil salinization, acidification, soil crusting and sealing, compaction, organic matter decline, nutrient imbalance, loss of biodiversity and pollution. Land degradation affects a total of 3.2 billion persons (half of global population). This is especially critical in economies under development and affect especially woman and children (Barbut, 2018; Alexander et al., 2018). Figure 1 shows the global loss of annual net primary productive (an indicator of land degradation) between 1981-2003, and it is clear that is especially evident in central Africa and southeast Asia. Nevertheless, is not limited to these areas. Land degradation can also be observed in Alaska, Central America, Iceland and Eastern Asia (Figure 2). It is not a phenomenon exclusive of arid and semi-arid areas and it is observed also in latitudes where precipitation is abundant. The human expansion and the associate impacts in temperate and polar areas are a cause of land degradation (Hennig et al., 2015; Houghton and Nassikas, 2017; Barrio et al., 2018).

<sup>1</sup><https://www.un.org/sustainabledevelopment/biodiversity/>



The impacts of land degradation are especially evident in poor communities that depend importantly on natural resources, however, affects also industrialized economies. Non-sustainable practices are responsible for the degradation of non-renewable resources at human time scale such as the soil. Previous works highlighted that:

- At global level, land degradation costs per year approximately 300 billion US dollars, and affects especially Sub-Saharan Africa. Land degradation affects approximately 54% of regulating, supporting and cultural ES at global scale (Nkonya et al., 2016);

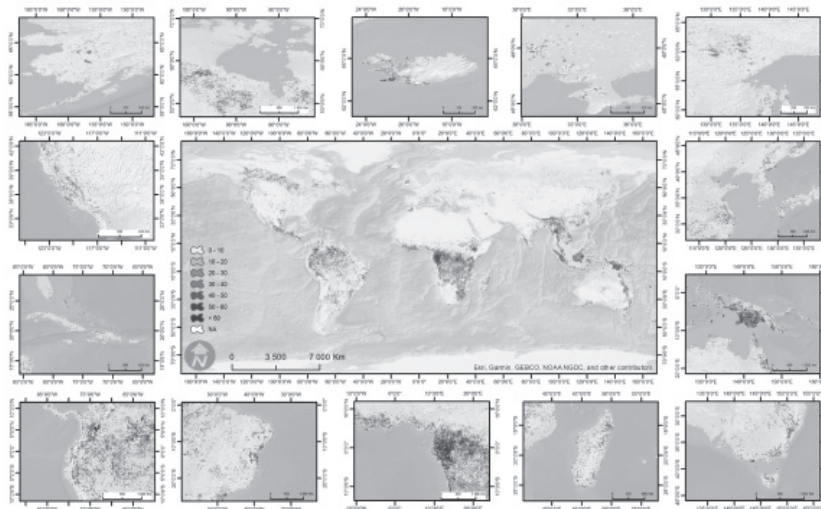


Figure 1. Global loss of net primary productive between 1981-2003 (FAO, 2003)

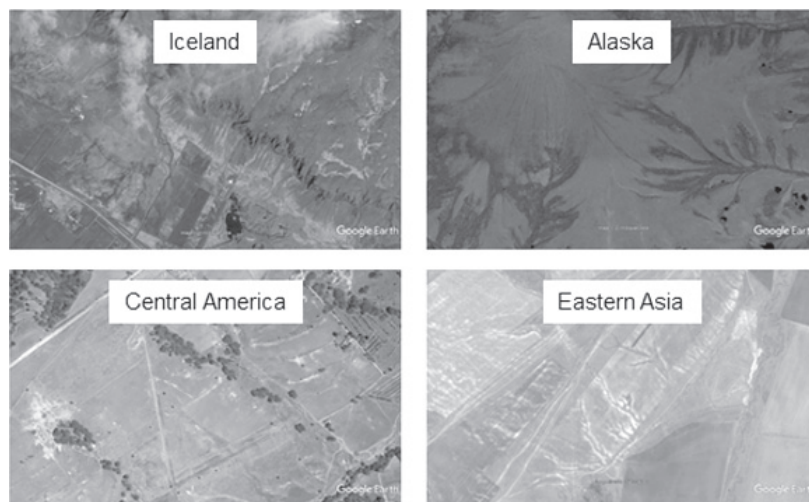


Figure 2: Evidences of land degradation

- Land degradation processes causes a loss of 6.3 trillion dollars of ES value for impaired ecosystem function. Agriculture alone contributes with 1.7 trillion dollars (Sutton et al., 2016);

- Agriculture impacts on land degradation have a global cost of 500 billion US dollars per year (Pacheco et al., 2018);
- Soil erosion in European Union (EU) affects 12 million of ha and represents an important loss in agricultural productivity (approximately 1.25 billion Euros). This is especially observed in Italy; however, other Mediterranean countries have important losses as well (Panagos et al., 2018);
- In United Kingdom and Wales soil degradation costs range from 0.9 to 1.4 billion pounds, mainly as consequence of soil compaction, erosion and organic matter loss (Graves et al., 2015);
- In Italy, the costs of agriculture impact on land degradation are 12 Euros/ha (Salvati and Carlucci, 2010);
- In 2009, the total costs of land degradation in Russia as consequence of land cover change was estimated in 189 billion US dollars (Sorokin et al., 2016);
- In the Baltic region, Estonia, Latvia, Lithuania, Poland, Belarus, Kalinograd (Russia) and Pskov (Russia), land degradation costed between 2001 and 2009 8.6 billion US dollars. The biggest costs were observed in Belarus (3 billion US dollars) and Poland (1.5 billion US dollars) (Braun and Mirzabaev, 2016);
- In Tanzania and Malawi, the annual costs of land degradation are approximately 2.5 billion US dollars (Nkonya et al., 2016);
- The total costs of land degradation in Central Asia (Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan and Uzbekistan) are about 6 billion US dollars (Nkonya et al., 2016).

The costs of inaction are much higher than the costs of action (e.g. Mirzabaev et al., 2015), therefore is crucial to implement practices that reduce the disservices caused by agriculture intensive management and maintain and increase the ES supply (Pereira et al., 2018).

### Conservation agriculture practices to reverse land degradation

To achieve LDN target, the adoption and implementation of sustainable land management (SLM) practices are crucial (Kust et al., 2017). SLM is defined as *“the use of land resources, including soils, water, animals and plants, for the production of goods to meet changing human needs, while simultaneously ensuring the long-term productive potential of these resources and the maintenance of their environmental functions”*<sup>2</sup>. The sustainability of agricultural production is linked with climate, but especially to the land use practices, therefore implementing correct practices according to the biophysical and socio-economic conditions is key for the rehabilitation of degraded land and ensure the long-term productivity (Figure 3).

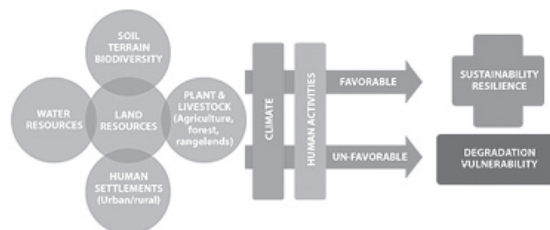


Figure 3. Sustainable land use practices impact on land.

Source: <http://www.fao.org/land-water/land/sustainable-land-management/en/>

<sup>2</sup><http://www.fao.org/land-water/land/sustainable-land-management/en/>

There are hundreds of soil management practices, most of them traditional (IUCN, 2015), that can reverse land degradation and have positive impact on soil conservation and agricultural productivity, enhance resilience against pests and diseases and biodiversity. More recently, several CA practices have been implemented with a positive impact on soil environment and agricultural productivity. CA is based on 3 principles: 1) permanent or semi-permanent soil cover, 2) minimum tillage and soil disturbance and 3) frequent crop rotations. Several practices are encouraged in CA such as disease and pest management, limited tractor traffic, application of green manures and cover crops and no burning of residues. Long term studies demonstrated that the adoption of CA practices is better for soil biota compared to the use of mineral fertilizers and pesticides (Henneron et al., 2015).

Crop diversification is a practice used under CA management and previous works observed that increases soil fertility, agricultural productivity and reduce poverty as identified in Italy (DiFalco and Zoupanidou, 2017), Zimbabwe (Makate et al., 2016), Kenya (McCord et al., 2015) and India (BIRTHAL et al., 2015). Other CA practices such as wide crop rotation, reduced/no tillage and cover crops revealed to be highly beneficial for soil productivity, water retention and carbon sequestration comparing to conventional practices in Southeast Asia (Le et al., 2018), India (Das et al., 2018), Africa (Thierfelder et al., 2015) and Europe (Garcia-Gonzalez et al., 2018). Ranaivoson et al. (2017) found that cover crops reduced water evaporation and weed emergence and increased water infiltration, organic carbon retention and nutrient status compared to bare soil. Nevertheless, some works highlighted as well that some shortcomings are observed from CA management, such as reduced yields and weed management problems (Buchi et al., 2018). It has been observed also that CA management did not contribute to soil organic carbon stocks increase (Cheesman et al., 2016).

The studies available are not unanimous regarding the advantages of CA management, especially in yield production, that is much high using conventional practices as consequence of the use of fertilizers that facilitate short-term revenues. The important question is the cost of this high productivity to the environment, society and long-term economy. It is proven that unsustainable practices are the cause land degradation that coupled with climate change are responsible for poverty and famine in the less developed areas of the globe. The advantages of sustainable practices such as CA are well known and their adoption and implementation by planners, farmers, stakeholders and policy makers is crucial to reverse the current land degradation trend and meet the objectives of LDN in 2030. The implementation of SLM (including CA) can be done in the context of SDG's, encouraging global and national initiatives to reduce land degradation (Mirzabaev et al., 2016). Overall, the application of CA practices can reduce and reverse the long-term land degradation and contribute to LDN in 2030. Nevertheless, this adoption and implementation is strongly tied to the acceptance of planners, farmers, stakeholders and policy makers.

## Conclusion

LDN is a serious commitment that we have with our world and with the future generations. At the current rate of land degradation as consequence of unsustainable agricultural practices (use and abuse of fertilizers, pesticides and herbicides and industrial monocultures), the loss of ES and ecosystem functionalities is enormous. Despite the lack of consensus about CA advantages, it is clear that reverse land degradation trends, by increasing soil fertility, carbon storage and water retention and infiltration. Several studies are contradictory regarding yield

production. Nevertheless, most of the works carried out point to the fact that soil environment is improved and this is key to achieve LDN and sustainable agricultural production. Raising awareness among planners, farmers, stakeholders and policy makers is crucial to reverse land degradation trends.

### Acknowledgments

This work has been supported by Croatian Science Foundation under the project “Soil erosion and degradation in Croatia” (UIP-2017-05-7834) (SEDCRO).

### References

- Alexander, S., Orr, B.J., Thust, A., Walter, S., Wischnewski, W. (2018): Where do we stand on achieving Land Degradation Neutrality. In: A Better World. Actions and commitments to the sustainable development goals. Trowbridge, L. (ed), Gomme Press, pp. 3-9.
- Akhtar-Schuster, M., Stringer, L.C., Erlewein, A., Metternicht, G., Minelli, S., Safriel, U., Sommer, S. (2017) Unpacking the concept of land degradation neutrality addressing its operation through the Rio Conventions. *Journal of Environmental Management*. 195, 4-15.
- Braun, J., Mirzabaev, A. (2016): Land use change and economics of land degradation in the Baltic region. *Baltic Region* 3, 33-44.
- Barbut, M. (2018): Life on Land – An introduction to Goal 15. In: A Better World. Actions and commitments to the sustainable development goals. Trowbridge, L. (ed), Gomme Press, pp. 2-3.
- Barrio, I.C., Hik, D.S., Thorsson, J., Svavarsdottir, K., Marteinsdottir, B., Jonsdottir, I.S. (2019) The sheep in wolf's clothing? Recognizing threats for land degradation in Iceland using state-and-transition models. *Land Degradation and Development* 29, 1714-1725.
- Bai, Z.G., Dent, D.L., Olsson, L., and Schaepman, M.E. (2008). “Global Assessment of Land Degradation and Improvement 1: Identification by Remote Sensing”. Report 2008/01, FAO/ISRIC – Rome/Wageningen
- Birthal, P.S., Roy, D., Negi, D.S. (2015): Assessing the impact of crop diversification on farm poverty in India. *World Development* 72, 70-92.
- Buchi, L., Wendling, M., Amosse, C., Necpalova, M., Charles, R. (2018): Importance of cover crops in alleviating negative effects of soil tillage and promoting soil fertility in a winter wheat crop system. *Agriculture Ecosystems and Environment* 256, 92-104.
- Cheesman, S., Thierfelder, S., Eash, N.S., Kassie, G.T., Frossard, E. (2016): Soil carbon stocks in conservation agriculture systems of Southern Africa. *Soil and Tillage Research* 156, 99-109.
- Cowie, A.L., Orr, B.J., Castillo Sanchez, V.M., Chasek, P., Crossman, N.D., Erlewein, A., Louwagie, G., Maron, M., Metternicht, G., Minelli, S., Tengberg, A.E., Walter, S., Welton, S. (2018): Land in balance: The scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality. *Environmental Science and Policy*. 79, 25-35.
- Das, T.K., Saharawat, Y.S., Bhattacharyya, R., Sudhishri, S., Bandyopadhyay, K.K., Sharma, A.A., Jat, M.L. (2018) Conservation agriculture effects crop and water productivity, profitability and soil organic carbon accumulation under maize-wheat cropping system in the North-western Indo-Gangetic Plains. *Field Crops Research* 215, 222-231.
- DiFalco, S., Zoupanidou, E. (2017): Soil fertility, crop diversity, and farmer's revenues: Evidence from Italy. *Ambio* 46, 162-172.
- Eckert, S., Husler, F., Liniger, H., Hodel, E. (2015): Trend analysis of MODIS NDVI time series for detecting land degradation and regeneration in Mongolia. *Journal of Arid Environments*. 113, 16-28.
- FAO, Rome, “Global NPP Loss In The Degrading Areas (1981-2003)” (2008). Available at <http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?currtab=simple&id=37055> (Accessed in 01-03-2019)
- Garcia-Gonzalez, I., Hontoria, C., Gabriel, J.L., Alonso-Ayuso, M., Quemada, M. (2018): Cover crops to mitigate soil degradation and enhance soil functionality in irrigated land. *Geoderma* 322, 81-88.

16. Gibbs, H.K., Salmon, J.M. (2015): Mapping the world's degraded areas. *Applied Geography* 57, 12-21.
17. Graves, A.R., Morris, J., Deeks, L.K., Rickson, R.J., Kibblewhite, M.G., Harris, J.A., Farwell, T.S., Truckle, I. (2015): The total costs of soil degradation in England and Wales. *Ecological Economics* 119, 399-413.
18. Houghton, R.A., Nassikas, A.A. (2018): Negative emissions from stopping deforestation and forest degradation, globally. *Global Change Biology* 24, 350-359.
19. Hennig, E.I., Schwick, C., Sokup, T., Orlitova, E., Kienast, F., Jaeger, J.A.G. (2015): Multi-scale analysis of urban sprawl in Europe: Towards a European de-sprawling strategy. *Land Use Policy* 49, 483-498.
20. Henneron, L., Bernard, L., Hedde, M., Pelosi, C., Villenave, C., Chenu, C., Bertrand, M., Girardin, C., Blanchart, E. (2015): Fourteen years of evidence for positive effects of conservation agriculture and organic farming on soil life. *Agronomy for Sustainable Development* 35, 169-181.
21. IUCN (2015): Land degradation neutrality: implications and opportunities for conservation, Technical brief second edition, Nairobi.
22. Kust, G., Andreeva, O., Cowie, A. (2017): Land Degradation Neutrality: Concept development, practical applications and development. *Journal of Environmental Management* 195, 16-24.
23. Le, K.N., Jha, M.K., Reyes, M.R., Jeong, J., Doro, L., Gassman, P.W., Hok, L., Sa, J.C.M., Boulakia, S. (2018): Evaluating carbon sequestration for conservation agriculture and tillage systems in Cambodia using the EPIC model. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 251, 37-47.
24. Nkonya, E., Mirzabaev, A., von Braun, J. (2016): Economics of land degradation and improvement – A global assessment for sustainable development. Springer
25. Makate, C., Wang, R., Makate, M., Mango, N. (2016): Crop diversification and livelihoods of smallholder farmers in Zimbabwe: adaptive management for environmental change. SpringerPlus 5, 1135.
26. McCord, P.F., Cox, M., Schmitt-Harsh, M., Evans, T. (2015): Crop diversification as a smallholder livelihood strategy within semi-arid agricultural systems near Mount Kenya. *Land Use Policy* 42, 738-750.
27. Mirzabaev, A., Nkonya, E., von Braun, J. (2015): Economics of sustainable land management. *Current Opinion in Environmental Science* 15, 9-19.
28. Pacheco, F.A.L., Fernandes, L.F.S., Junior, R.F.V., Valera, C.A., Pissarra, T.C.E. (2018): Land degradation: Multiple environmental consequences and routes to neutrality. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. 5, 79-86.
29. Panagos, P., Standardi, G., Borrelli, P., Lugato, E., Montanarella, L., Bosello, F. (2018): Cost of agricultural productivity loss due soil erosion in European Union: From direct cost evaluation to the use of macroeconomic models. *Land Degradation and Development* 29, 471-484.
30. Pereira, P., Martinez-Murillo, J. (2018): Editorial: Sustainable soil management and land restoration. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. 5, 98-101.
31. Pereira, P., Brevik, E., Munoz, M., Miller, B. (2017) Soil mapping and process modelling for sustainable land use management. Elsevier.
32. Ranaivoson, L., Naudin, K., Ripoche, A., Affholder, F., Rabeharisoa, L., Corbeels, M. (2017) Agro-ecological functions of crop-residues under conservation agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 37, 26.
33. Salvati, L., Carlucci, M. (2010) Estimating land degradation risk for agriculture in Italy using an indirect approach. *Ecological Economics* 69, 511-518.
34. Sorokin, A., Stokov, A., Johnson, T., Mirzabaev, A. (2016): Cost, drivers and action against land degradation through land use and cover change in Russia. *Geophysical Research Abstracts*. p.4913.
35. Sutton, P.C., Anderson, S.J., Constanza, R., Kubiszewski, I. (2016): The ecological economics of land degradation: Impacts on ecosystem services values. *Ecological Economics* 129, 182-192.
36. Thierfelder, C., Matemba-Mutasa, R., Rusinamhodzi, L. (2015): Yield responses of maize (*Zea mays* L.) to conservation agriculture system in Southern Africa. *Soil Tillage and Management* 146, 230-242.
37. United Nations (2015) Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. Available in: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>

## “Landdegradationneutrality”. Kako spriječiti degradaciju tla konzervacijskom agrotehnikom?

### Sažetak

Degradacija tla je svjetski problem i posljedica prirodnih, ali i antropogenih djelovanja. Cilj 15.3 (Cilj 15 “život na zemlji” iz “Sustainable Development Goals” Ujedinjenih naroda) ima zadatak smanjiti dezertifikaciju i obnoviti zemljište i degradirano tlo prema načelu “Svijet bez degradacije zemljišta”. “Landdegradationneutrality” može biti postignut održivim upravljanjem zemljištem (OUZ), što uključuje korištenje konzervacijske agrotehnike (KA). Usprkos razlikama u istraživanjima, jasan je pozitivan utjecaj KA na tlo i njegovu produktivnost. Ključan čimbenik usvajanja i provedbe KA je uključivanje stratega, poljoprivrednika, dionika i kreatora politike te objašnjenje dugoročnih prednosti ovog načina upravljanja zemljištem.

**Ključne riječi:** degradacija zemljišta, ciljevi održivog razvoja, održivo gospodarenje zemljištem, konzervacijska poljoprivreda

## Zakonska regulativa u području zaštite okoliša - od ideje do realizacije izgradnje stočarske farme

Nataša Uranjek, Marko Teni, Vedran Lipić, Andrea Galić

*Promo eko d.o.o, Dobriše Cesarića 34, 31 000 Osijek, Hrvatska; e-mail: natasa.uranjek@promo-eko.hr*

### Sažetak

Ulaskom u Europsku uniju Republika Hrvatska je bila obvezna uskladiti zakonodavstvo Republike Hrvatske s pravnom stečevinom Europske unije u svim propisima, pa tako i propisima zaštite okoliša i poljoprivrede, prostornog uređenja i graditeljstva. U skladu s promjenama zakonodavstva promijenio se i način dobivanja dozvola za rad pojedinih postrojenja kao što su farme.

Tijekom višegodišnjeg rada, od pristupanja, Hrvatske Europskoj uniji 1. srpnja 2013. godine, pa do danas, pokazalo se da investitori nisu u potpunosti upoznati sa zahtjevima zakonodavstva kao što je ishođenje rješenja o okolišnoj dozvoli Ministarstva zaštite okoliša i energetike da je zahvat prihvatljiv za okoliš ili mišljenja ili rješenja da ne treba provesti postupak procjene utjecaja na okoliš.

Stoga je ovaj rad koncipiran kao vodilja u postupku ishođenja dozvola od ideje do realizacije dobivanja uporabne dozvole za postrojenja - farme za uzgoj životinja, sa ciljem očuvanja okoliša uz uspostavu sustava održive proizvodnje koja treba biti učinkovita i ekonomična, uz iznalaženje ekološko - tehnološki prihvatljivog rješenja za uzgoj životinja uz istovremeno sprječavanje onečišćenja okoliša.

**Ključne riječi:** Zaštita okoliša, uporabna dozvola, okolišna dozvola, zakonodavstvo

### Uvod

Ulaskom u Europsku uniju obveza Republike Hrvatske bila je usklađivanje zakonodavstva Republike Hrvatske s pravnom stečevinom Europske unije u svim propisima pa tako i propisima zaštite okoliša i poljoprivrede. U skladu s promjenama zakonodavstva promijenio se i način ishođenja dozvola za rad postojećih ili novih postrojenja, odnosno farmi za uzgoj životinja. Naime, od same pojave ideje za poduzetnički pothvat u stočarskoj proizvodnji pa do početka rada farme je dug period u kojem je potrebno zadovoljiti niz zakonskih zahtjeva. Zakonodavstvo Republike Hrvatske se u postupku usklađivanja sa zakonodavstvom Europske unije mijenjalo tijekom niza godina.

### Materijal i metode

Metodologija istraživanja se bazira na analizi podataka koji su prikupljeni iz različitih izvora kao što su stručni i znanstveni radovi, internetski izvori te podatci Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja, Ministarstva zaštite okoliša i energetike i Ministarstva poljoprivrede. Metode koje su korištene u provedenim istraživanjima su metode analize, sinteze i anketiranja.

## Rezultati i rasprava

Svaki projekt (npr. izgradnja farme za uzgoj životinja) kreće od ideje kojom se želi postići pozitivna promjena koja, kako bi bila realizirana, zahtjeva izradu poslovnog i investicijskog plana.

Poslovni i investicijski plan treba sadržavati prikaz budućeg poslovanja farme. Poslovni plan nam daje sliku o isplativosti budućeg projekta te mu je potrebno posvetiti vrijeme da bi se sagledali svi potrebni elementi poduzetničkog pothvata. Najvažniji elementi poslovnog plana su oni koji će biti odlučujući u dokazivanju održivosti projekta. Elementi poslovnog plana obuhvaćaju: vrstu proizvoda, kategoriju kupaca, način prodaje proizvoda (količina, cijena, i dr.), razlog kupovine proizvoda, troškovi proizvodnje, tržište i marketing, potrebna sredstva za realizaciju projekta te načine na koji će sredstva biti osigurana te u konačnici, ostvareni prihod.

Kvalitetna razrada poslovnog i investicijskog plana, uz dokaz održivosti proizvodnje, rezultat će jednostavnijim prikupljanjem potrebnih sredstava za financiranje projekta. Izrada projektne dokumentacije može uslijediti tek nakon dokazane održivosti proizvodnje i osiguranja financijskih sredstava. Kao i u izradi poslovnog i investicijskog plana, nužno je aktivno sudjelovanje poljoprivrednog proizvođača, kao investitora, u izradi idejnog rješenja. Na osnovi idejnog rješenja pristupa se izradi idejnog projekta koji je definiran Zakonom o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18). Pri izradi idejnog projekta analiziraju se i izrađuju osnovni podatci o smještaju zgrada u prostoru, osnovni podatci o prostornim gabaritima zgrada, osnovna funkcionalna i organizacijska shema, osnova obilježja tlocrtnog rješenja, osnovni elementi oblikovanja, osnovni elementi za kvantifikacije (površine i volumeni), odabir najpovoljnije varijante od mogućih koje se tijekom izrade idejnog rješenja provjeravaju, itd. U tijeku izrade idejnog projekta obavlja se i pregled je li zahvat u skladu s prostornim planom.

Ukoliko se utvrdi kako zahvat nije u skladu s prostornim planom potrebno je promijeniti zahvat, lokaciju zahvata ili ukoliko je moguće, prostorni plan. Izmjena prostornog plana je složen i dugotrajan postupak koji je određen Zakonom o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18). Nadalje, mora se uzeti u obzir i Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18) temeljem kojeg se u članku 14., stavku 3. definira da »kod izrade i donošenja dokumenata prostornog uređenja mora se posebno uzimati u obzir prikladnost zahvata s obzirom na poznate rizike od prirodnih nepogoda, pouzdanost postojećih i planiranih mjera za smanjivanje rizika od prirodnih nepogoda, osjetljivost okoliša na određenom prostoru, odnos prema skladu i vrijednostima krajobraza, odnos prema neobnovljivim i obnovljivim prirodnim dobrima, kulturnoj baštini i materijalnim dobrima, te ukupnost njihovih međusobnih utjecaja i međusobnih utjecaja postojećih i planiranih zahvata na okoliš«. Stoga se ne može bez pregleda lokacije utvrditi postoji li mogućnost izmjene prostornog plana u koji bi ideja mogla biti inkorporirana.

Slijedeći korak u realizaciji ideje izgradnje farme je izrada studije utjecaja na okoliš ili elaborata zaštite okoliša. Naime, temeljem Zakona o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18), odnosno Uredbe o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 61/14, 3/17), priloga I. u popisu zahvata za koje je obvezna procjena utjecaja na okoliš za zahvate iz, točke 35. - Građevine za intenzivan uzgoj peradi kapaciteta 40.000 komada i više u proizvodnom ciklusu i točke 36. - Građevine za intenzivni uzgoj svinja kapaciteta više od: 2.000 mjesta za tovljenike (preko 30 kg) ili 750 mjesta za krmače, potrebno je izraditi studiju utjecaja na okoliš. Temeljem Zakona o zaštiti okoliša stručne poslove zaštite okoliša i prirode obavlja ovlaštenik. Ovlaštenik je tvrtka koja je dobila ovlaštenje od Ministarstva zaštite okoliša i energetike. Nakon što je ovlaštena tvrtka izradila Studiju utjecaja na okoliš (SUO), poljoprivrednik – investitor podnosi Ministarstvu zaštite okoliša i energetike (u daljnjem tekstu Ministarstvo) zahtjev za procjenu utjecaja na okoliš (PUO) uz predočenje napravljene Studije utjecaja na okoliš (SUO). Sukladno



Zakonu o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18), čl. 76. točka 3. procjenom utjecaja na okoliš prepoznaje se, opisuje i ocjenjuje, utjecaj svakog pojedinačnog zahvata na okoliš, utvrđivanjem mogućih izravnih i neizravnih utjecaja zahvata na tlo, vode, zrak, klimu, šume, stanovništvo i zdravlje ljudi, biljni i životinjski svijet, biološku raznolikost, s posebnom pozornošću usmjerenom na vrste i staništa zaštićene sukladno posebnom zakonu, prirodne vrijednosti, krajobraz, materijalnu imovinu, kulturnu baštinu, uzimajući u obzir njihove međudnose, te podložnost zahvata riziku od nastanka velike nesreće ili katastrofa ako je to relevantno za zahvat.

Ukoliko je zahvat građevina za intenzivni uzgoj svinja kapaciteta više od 1000 mjesta za tovljenike (preko 30 kg) ili 500 mjesta za krmače, a manjeg od kapaciteta određenog prilogom I. temeljem priloga II. Uredbe o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 61/14, 3/17) provodi se postupak ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš za koje je nadležno Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. Ocjena se provodi na osnovi elaborata zaštite okoliša koji izrađuje ovlaštenik za navedeni zahvat.

U skladu s prilogom III. Uredbe o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 61/14, 3/17) točke 1.5. građevine za intenzivan uzgoj peradi kapaciteta 20 000 komada i više u proizvodnom ciklusu i točke 1.6. građevine za intenzivan uzgoj stoke i drugih životinja kapaciteta većeg od 500 uvjetnih grla (što ne uključuje građevine za uzgoj svinja i peradi) provodi se također postupak ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš. Elaborat izrađuje ovlaštenik, a za postupak je nadležno upravno tijelo u županiji.

Zajedno s postupkom procjene utjecaja zahvata na okoliš ili ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš provodi se i ocjena prihvatljivosti zahvata na ekološku mrežu (OPEM), odnosno utvrđuje se da li zahvat može imati značajan utjecaj na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže (EM) bez obzira nalazi li se lokacija unutar ili izvan područja EM.

Ako su zahvati planirani prostornim planom za kojeg je provedena ocjena prihvatljivosti, OPEM nije potrebno provoditi za zahvate:

- u izgrađenom dijelu građevinskog područja naselja ili izdvojenom dijelu građevinskog područja naselja, izvan područja ekološke mreže,
- rekonstrukcije unutar postojećih građevnih čestica i obuhvata zahvata ili koridora i rekonstrukcije infrastrukturnih građevina unutar koridora rekonstrukcije, izvan područja ekološke mreže i
- održavanja građevina u izgrađenom dijelu građevinskog područja naselja ili izdvojenom dijelu građevinskog područja naselja, unutar područja ekološke mreže.

Prema Priručniku za ocjenu prihvatljivosti zahvata na ekološku mrežu ako nadležno tijelo isključi mogućnost značajnih negativnih utjecaja zahvata na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže, donosi rješenje da je zahvat prihvatljiv za ekološku mrežu i da nije potrebno provesti glavnu ocjenu. Međutim, ako nadležno tijelo ne isključi mogućnost značajnih negativnih utjecaja zahvata na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže, donosi rješenje da je za zahvat obvezna glavna ocjena.

U skladu s praksom Europske unije, za one zahvate za koje se provodi PUO hrvatska legislativa u zaštiti okoliša objedinjuje postupak OPEM s postupkom PUO.

Nakon dobivanja rješenja da je zahvat prihvatljiv za okoliš i ekološku mrežu može se pristupiti izradi opisa i prikaza građevine, odnosno podloge za ishođenje zakonom propisanih posebnih uvjeta građenja.

Temeljem članka 68. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17) glavni projekt je skup međusobno usklađenih projekata kojima se daje tehničko rješenje građevine i dokazuje ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu te drugih propisanih i određenih zahtjeva i uvjeta.

Obično glavni projekt za građevine za uzgoj životinja sadrži:

- Arhitektonski projekt građevina
- Građevinski projekt konstrukcije
- Građevinski projekt vodovoda, kanalizacije i hidrantske mreže
- Građevinski projekt manipulativnih površina
- Građevinski projekt racionalne uporabe energije, toplinske zaštite i projekt zaštite od buke
- Elektrotehnički projekt instalacija
- Strojarski projekt tehničkih instalacija i opreme
- Elaborat zaštite od požara
- Elaborat zaštite na radu
- Tehnološki elaborat

Glavni projekt izrađuju projektanti, a javnopravno tijelo na zahtjev poljoprivrednika – investitora, izdaje potvrdu glavnog projekta, što znači da je glavni projekt izrađen u skladu s posebnim uvjetima.

Nakon izrade glavnog projekta, potrebno je pristupiti izradi stručne podloge za okolišnu dozvolu. Temeljem Uredbe o okolišnoj dozvoli (NN 8/14, 5/18) okolišna dozvola izdaje se za postrojenja u kojima se obavljaju i na postrojenja u kojima će se nakon izgradnje i puštanja u redoviti rad postrojenja obavljati djelatnosti kojima se mogu prouzročiti emisije kojima se onečišćuje tlo, zrak, vode i more.

Ovom se Uredbom u pravni poredak Republike Hrvatske prenose Direktiva 2010/75/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 24. studenoga 2010. o industrijskim emisijama (integrirano sprječavanje i kontrola onečišćenja) (Preinačena) (Tekst značajan za EGP) (SL L 334, 17.12.2010) i Direktiva 2003/35/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 26. svibnja 2003. o osiguravanju sudjelovanja javnosti u izradi određenih planova i programa koji se odnose na okoliš i o izmjeni direktiva Vijeća 85/337/EEZ i 96/61/EZ s obzirom na sudjelovanje javnosti i pristup pravosuđu (SL L 156, 25. 6. 2003).

Djelatnosti uzgoja životinja kojima se u smislu Uredbe o okolišnoj dozvoli mogu prouzročiti emisije kojima se onečišćuje tlo, zrak, vode i more su intenzivan uzgoj peradi ili svinja s više od: a) 40 000 mjesta za perad; b) 2000 mjesta za proizvodnju svinja (preko 30 kg); c) 750 mjesta za krmače i d) farme s integriranom proizvodnjom svinja (farme na kojima se istovremeno uzgajaju krmače i proizvode svinje (preko 30 kg)), a kod kojih pojedinačni kapacitet ne prelazi granice iz b) i c), ako godišnja emisija prelazi 25 000 kg N.

Prema Uredbi o okolišnoj dozvoli, NN 8/14, 5/18 emisijski faktor za svinje za tov (od 8 – 110 kg) iznosi 12,1, dok je za krmače (s prasadi do 8 kg) vrijednost emisijskog faktora 34,5.

Stručna podloga se izrađuje na osnovireferentnog dokumenta o najbolje raspoloživim tehnikama pod nazivom «Intenzivni uzgoj peradi ili svinja», a predstavlja rezultate razmjene informacija između država članica EU-a, dotičnih industrija, nevladinih organizacija koje promiču zaštitu okoliša. Navedeni dokument posebno obuhvaća sljedeće procese i aktivnosti na farmi:

- upravljanje hranom za perad i svinje;
- pripremu hrane (mljevenje, miješanje i skladištenje);
- uzgoj (držanje) peradi i svinja;
- prikupljanje i skladištenje stajnjaka;
- prerada gnojiva;
- rasipanje gnojiva;
- skladištenje mrtvih životinja.

U stručnoj podlozi se temeljem Direktive o industrijskim emisijama, a koristeći najbolje raspoložive tehnike (NRT), nastoji spriječiti, smanjiti i što je moguće više ukloniti onečišćenje nastalo zbog industrijskih aktivnosti. Stoga je potrebno na farmama uspostaviti okvir za kontrolu glavnih aktivnosti dajući prioritet intervenciji na izvoru, osiguravajući održivo upravljanje prirodnim resursima, uvažavajući gospodarsku situaciju i specifične značajke mjesta izgradnje farme.

U cilju postizanja intervencije na izvoru koriste se opći zaključci o NRT-ima kao što su: sustav upravljanja okolišem, dobro održavanje, kontrolirana prehrana, učinkovita upotreba vode, kontrola emisija iz otpadnih voda, učinkovita upotreba energije, kontrola emisije buke, prašine, neugodnih mirisa, skladištenja krutog stajskog gnoja ili gnojovke, prerada gnoja na poljoprivrednom gospodarstvu, raspodjeljivanje gnojiva po tlu, itd.

Radi smanjenja emisija amonijaka u zrak iz nastambe za svinje, NRT je promjena jedne ili kombinacija tehnika poput smanjenja emitirajuće površine amonijaka, povećanja učestalosti premještanja gnojovke u vanjsko skladište, odvajanje urina od izmeta i/ili održavanje stelje čistom i suhom. Sa ciljem smanjenja emisije amonijaka iz nastambi za perad iz svakog objekta za nesilice, rasplodnu perad za brojlere ili mlade kokoši, NRT je primjena jedne od ili kombinacije slijedećih tehnika:

- uklanjanje gnoja pomoću traka (u slučaju sustava obogaćenih i neobogaćenih kaveza) uz najmanje jedno uklanjanje tjedno uz sušenje putem zraka ili dva uklanjanja tjedno bez sušenja putem zraka.
- u slučaju sustava bez kaveza, traka ili strugača za gnoj (za duboku stelju s jamom za gnoj), umjetno sušenje gnoja zrakom putem cijevi (za duboku stelju s jamom za gnoj), umjetno sušenje gnoja zrakom pomoću perforiranog poda (za duboku stelju s jamom za gnoj), trake za gnoj (u slučaju avijarija), umjetno sušenje stelje pomoću zraka u prostoriji (u slučaju punog poda s dubokom steljom).
- upotreba sustava za čišćenje zraka kao što su kiseli praonik plina (skruber), dvofazni ili trofazni sustav za čišćenje zraka, biopraonik plina (ili biološki prokapni filter).

Tehnike smanjenja otpadnih voda mogu biti minimalna upotreba vode, razdjelni sustav obo-rinskih voda od sustava otpadnih voda koje treba obraditi, obrada otpadnih voda, rasipanje otpadnih voda po zemlji, kao sustavom navodnjavanja, poput prskalice, mobilnog raspršivača, cisterne, brizgaljke s priključkom sa crijevima.

U cilju učinkovite upotrebe energije farma može uspostaviti optimizaciju i upravljanje sustavima grijanja/hlađenja i ventilacijskim sustavima (osobito ako se upotrebljavaju sustavi za čišćenje zraka), izolirati zidove, podove i/ili stropove u nastambi, koristiti energetske učinkovito osvjetljenje, izmjenjivače topline, toplinske crpke za povrat topline, povrat topline s grijanim i hlađenim podom prekrivenim steljom („combideck” sustav), kao i prirodnu ventilaciju. Tehnike za smanjenje prašine koje se mogu koristiti na farmi su: zamagljivanje vodom, ionizacija i raspršivanje ulja.

Veliki problem na farmama su neugodni mirisi. Kod planiranja nove farme najjednostavnija tehnika je osiguranje odgovarajućih udaljenosti između poljoprivrednog gospodarstva i osjetljivih receptora. Preporučene tehnike u cilju smanjenja neugodnih mirisa su ipokrivanje gnojovke ili krutog stajskog gnoja tijekom skladištenja, smanjivanje miješanja gnojovke, aerobna razgradnja (prozračivanje) tekućeg gnoja/gnojovke, kompostiranje krutog gnoja, anaerobna razgradnja, priključak za prskanje u trake, plitka brizgaljka ili duboka brizgaljka za rasipanje gnojovke po zemlji te unošenje gnoja u što kraćem roku.

Smanjenje omjera između emitirajuće površine i obujma skladišta gnojovke, smanjenje brzine vjetera i izmjene zraka na površini gnojovke uz nižu razinu napunjenosti skladišta, smanjivanje miješanja gnojovke, kruti, fleksibilni ili plutajući pokrovi poput prirodne kore, slame, plastične palete ili laganog rasutog materijala samo su neke od tehnika koje možemo odabrati za smanjenje emisija amonijaka iz skladišta gnojovke i skladišta ukopanog u zemlju.

Na poljoprivrednom gospodarstvu mogu se primijeniti i razne tehnike za preradu gnoja poput mehaničke separacije gnojovke, anaerobne razgradnje gnoja u postrojenjima za dobivanje bioplina, aerobne razgradnje, korištenje vanjskog tunela za sušenje gnoja, kompostiranje kao i nitrifikacijagnojovke. Nakon tehnika za preradu gnoja, mogu se primijeniti i nekoliko tehnika za rasipanje gnoja po tlu, kao što je rasipanje razrijeđene gnojovke, niskotlačni sustav za navodnjavanje, priključak za prskanje u trake, plitka i duboka brizgaljka, zakiseljavanje gnojovke, itd. Vrlo važne tehnike koje je potrebno primijeniti na poljoprivrednim gospodarstvima su tehnike praćenja ispuštanja N i P, sustava za čišćenje zraka, pH gnojovke, hlađenje gnojovke u nastambama za svinje te smanjenja amonijaka u nastambama za perad i svinje.

Ukoliko se u stručnoj podlozi pokaže da je rad poljoprivrednog gospodarstva usklađen s najbolje raspoloživim tehnikama, Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, na osnovi pribavljenih mišljenja nadležnih tijela i javnosti, izdaje rješenje o okolišnoj dozvoli.

Tijekom izrade stručne podloge za okolišnu dozvolu može se pristupiti i izrada Izvedbenog projekta što podrazumijeva izradu cjelokupne izvedbene projektne dokumentacije (sve struke):

- izvedbeni arhitektonsko-građevinski projekt svih objekata (planovi oplata sa svim ucrtanim prodorima za sve instalacije (na temelju instalaterskih projekata), planovi armature, detalji, fasade
- svi potrebni detalji za kvalitetno rješavanje spojnih dijelova konstrukcije, spoja različitih materijala, detalja krovova, završetka i sudara krovova, odvodnje, fasade, čelične ili drvene konstrukcije (bez radioničkih nacrti koje će izraditi izvoditelj), sheme bravarije i stolarije, detalji ugradnje istih,
- izrada projekta parkirišta i manipulativnih površina s oborinskom odvodnjom istih
- izrada strojarskog i elektrotehničkog izvedbenog projekta.

Nakon izrade izvedbenog projekta pristupa se izgradnji poljoprivrednog gospodarstva. Prilikom gradnje i izvođenja svih radova na poljoprivrednom gospodarstvu za koje je izdana građevinska dozvola provodi se stručni nadzor. Izgrađeno poljoprivredno gospodarstvo može se početi koristiti nakon tehničkog pregleda građevine, odnosno nakon što se za tu građevinu izda uporabna dozvola, odnosno rješenje za obavljanje poljoprivredne djelatnosti u toj građevini prema posebnom propisu.

Pravilnikom o sadržaju, obliku i načinu registracije farmi (NN 96/15 i 101/18) definirana je provedba sustava registracije farmi odnosno svih gospodarstava na kojima se uzgajaju domaće životinje.

## Zaključak

Na temelju obavljene analize svih postupaka kako provesti ideju do realizacije izgradnje poljoprivrednog gospodarstva, a u skladu sa zakonodavstvom, možemo izvesti slijedeće zaključke:

- Od pristupanja Republike Hrvatske Europskoj uniji do danas prilagodba zakonodavstva je završena.
- Nužno je svakodnevno praćenje izmjena u zakonskim odredbama jer su učestale dopune i promjene zakonskih odredbi što može predstavljati realan problem poljoprivrednom sektoru jer poljoprivrednici koji su usmjereni na poboljšanje poljoprivredne proizvodnje, često nisu u mogućnosti ažurno pratiti novonastale promjene.
- Analizirajući sve potrebe zakonodavstva od same ideje do realizacije projekta u području zaštite okoliša i prirode, za izgradnju poljoprivrednog gospodarstva potrebna je pomoć stručnjaka. Na taj način poljoprivrednik može realizirati svoju ideju u kraćem roku i bez dodatnih troškova.

## Literatura

1. Direktiva 2010/75/EU Europskog Parlamenta i Vijeća od 24.11. 2010.O Industrijskim Emisijama (Integrirano Sprečavanje i kontrola onečišćenja) (preinačeno), 17.12.2010.,SLUŽBENI LIST EUROPSKE UNIJE, L334/17
2. Pravilnik o sadržaju, obliku i načinu registracije farmi, NN 96/15 i 101/18
3. Priručnik za ocjenu prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu (OPEM), Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, 2016. <http://haop.dev.perpetuum.hr/sites/default/files/uploads/publications/2017-12/PRIRUCNIK%20ZA%20OPEM.pdf>
4. Provedbena odluka komisije (EU) 2017/302 od 15. veljače 2017. o utvrđivanju zaključaka o najboljim raspoloživim tehnikama (NRT-i), na temelju Direktive 2010/75/EU Europskog parlamenta i Vijeća, za intenzivni uzgoj peradi ili svinja, 21.2.2017., SLUŽBENI LIST EUROPSKE UNIJE, 43/231
5. Zakon o gradnji, NN 153/13, 20/17
6. Zakon o prostornom uređenju, NN153/13, 65/17, 114/18
7. Zakon o zaštiti okoliša, NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18
8. Uredba o okolišnoj dozvoli, NN 8/14, 5/18
9. Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš, NN 61/14, 3/17

## Legislation in the environmental protection - from idea to realization of cattle farm

### Abstract

By joining the European Union, the Republic of Croatia was obliged to coordinate the legislation of the Republic of Croatia with the *acquis* of the European Union in all regulations, and regulations of environment protection, agriculture, spatial planning and construction. In accordance with the changes in the legislation, the way of obtaining farm work permits has also changed. During the multi-annual work since Croatia's accession to European Union on 1 July 2013 until today, on obtaining environmental permits, decision of the Ministry of Environmental Protection and Energy that the project is environmentally acceptable or opinions or solutions should not conduct the environmental impact assessment, it turned out that investors are not fully acquainted with the requirements of legislation. Therefore, this work is conceived as a guide for permit obtaining, from the idea to an obtained permit for farms for animal breeding, with environmental protection in goal, where it is necessary to establish sustainable production which will be efficient and economical, and establish an ecologically and technologically acceptable solution for breeding and preventing pollutants on farms.

**Key words:** environmental protection, permit, environmental permit, legislation

## Pannonian basin - hotspot in future climate

Andrej Ceglar

*Joint Research Centre, European Commission, Via Enrico Fermi 2749, 20127 Ispra,  
Italy; e-mail:andrej.ceglar@ec.europa.eu*

### Abstract

In this study the shift of agro-climate zones in Europe are presented for the observed past and projected future climate conditions. Spatial focus is on the region of south-eastern Europe. Past and future trends in important agro-climatic indicators are presented and discussed. These results are complemented with quantification of possible future climate change impacts in south-eastern Europe, drawing conclusions from recent PESETA III project of the Joint Research Centre. Climate change will induce a broad range of environmental and socio-economic impacts in across Europe. With respect to agricultural productivity, net impacts on crop yield remain uncertain due to uncertainties in CO<sub>2</sub> fertilization on crop growth and the adaptation options that might be adopted in the future. Impacts on society and the environment will be determined also by disproportionate changes in climate extremes when compared to corresponding changes in climatological averages. To conclude, challenges for better understanding of climate system, a prerequisite for building climate resilience, are presented in the framework of the Pannonian Basin Experiment (PannEx).

**Key words:** climate change projection, agro-climatic indicators, south-east Europe

## Panonski bazen - žarišna točka u budućoj klimi

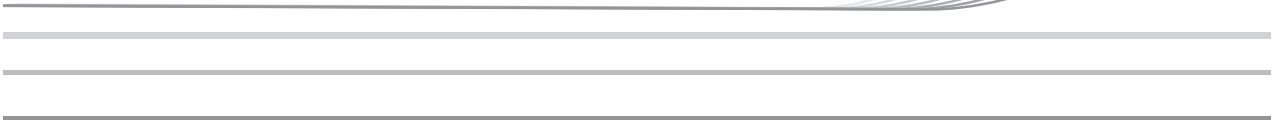
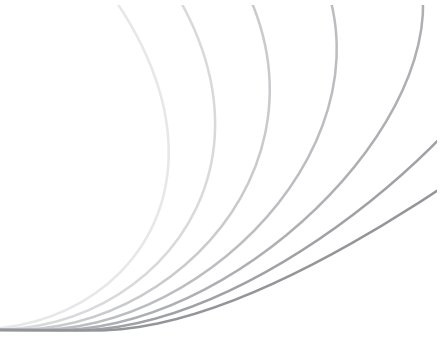
### Sažetak

U ovom istraživanju prikazan je pomak agro-klimatskih zona u Europi za promatrane prošle i predviđene buduće klimatske uvjete. Prostorni fokus dan je na područje jugoistočne Europe. Prikazani su i objašnjeni prošli i budući trendovi važnih agroklimatskim pokazatelja. Rezultati su nadopunjeni kvantifikacijom mogućih budućih utjecaja klimatskih promjena u jugoistočnoj Europi, uz donošenje zaključaka proizašlih iz nedavnog projekta PESETA III JRC-a. Klimatske promjene potaknut će širok raspon utjecaja na okoliš i društveno-ekonomske prilike u cijeloj Europi. Što se tiče produktivnosti poljoprivredne proizvodnje, neto utjecaj na prinos kultura ostaje nesiguran zbog neizvjesnog utjecaja porasta koncentracije CO<sub>2</sub> na rast usjeva i mogućnosti prilagodbe koje bi se mogle usvojiti u budućnosti. Utjecaji na društvo i okoliš također će biti određeni nerazmjernim promjenama klimatskih ekstrema u usporedbi s odgovarajućim promjenama klimatoloških prosjeka. Zaključno, izazovi za bolje razumijevanje klimatskog sustava, kao preduvjeta za stvaranje otpornosti na klimu, predstavljeni su u okviru *Pannonian Basin Experiment (PannEx)*.

**Ključne riječi:** klimatske projekcije, agroklimatski indikatori, jugoistočna Europa



# Section I



## **Plant production** **Biljna proizvodnja**





## Yields of Some Varieties of Wheat, Depending on Soil Type and Compaction

Milan Biberdžić<sup>1</sup>, Saša Barać<sup>1</sup>, Dragana Lalević<sup>1</sup>,  
Aleksandar Đikić<sup>1</sup>, Vera Đekić<sup>3</sup>, Jelena Stojiljković<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Pristina, Faculty of Agriculture,  
Kopaonička bb, 38219 Lešak, Serbia; e-mail: mbiberdzic@gmail.com

<sup>2</sup>Department of Agriculture Expertize and Consulting Leskovac,  
Jug Bogdanova 8A, 16000 Leskovac, Serbia

<sup>3</sup>Center for Crop Science Kragujevac,  
Save Kovačevića 31, 34000 Kragujevac, Serbia

**Abstract:** The aim of this paper was to determine the yield of different varieties of wheat depending on the soil type and compaction. The trial was set during 2016/17. and 2017/18. in the territory of south Serbia (territory of Leskovac municipality), on two different types of soil (alluvium and vertisol). Four varieties of wheat were included in the experiment (Darija, Avenue, Carica and Sosthene). The soil type and variety significantly influenced the average yield of wheat. Significantly higher average yields of all varieties of wheat were gained on the alluvium, related to the vertisol. Varieties Avenue and Sosthene had the highest average yields that were significantly higher than yields of varieties Daria and Carica, among which there were no significant differences. The highersoil compaction of the soil in the ploughing layer was on vertisol related to the alluvial soil. These data on average yields and soil compaction indicate the benefits of particular soil types for the wheat production.

**Key words:** varieties, vertisol, alluvium, soil compaction, yield.

### Introduction

Wheat has high demands in terms of fertility and physical properties of the soil. The most successful cultivation is on Chernozem, meadow black soil, limy and fertile alluvial soils, where pH is 6.8-7. The soil is the basic substrate of plant rooting, and root growth depends on the depth of the layer, plant species, soil compaction, moisture, etc. (Navaz et al., 2013.). Soil compaction is one of the main forms of degradation. In total degradation it participates with 11%, while in Europe it is the cause of degradation of 33 million hectares of agricultural land (Akker and Cararache, 2001.). Williamsson and Neilsen (2000.) point out that in modern agriculture most of the operations from sowing to harvest are mechanically done, using heavy tractors that compact the soil in each passage, resulting in a reduction in yields and an increase in production costs by 20-40%. Soil compaction depends on the cultivation of particular plants. Savin et al. (2007.) point out that a large number of crossings lead to more intensive soil compaction,

with an average reduction in biological yield over 5 years of research of 31.55%, and an average reduction in dry grain mass by 26.39%.

Generally, soil compaction leads to a slowdown of water and nutrients absorption, the weaker development of the root system, its length and penetration into the deeper layers, slow plants growth, which together results in weaker plant growth and reduction in yield (Nosalevicz and Lipiec, 2014.; Prakash et al., 2014.; Dimitri and Destain, 2016.).

The aim of this paper was to determine the productive traits of several varieties of wheat depending on the soil type and its compaction.

### Material and Methods

The experiment was conducted in 2016/17 and 2017/18 on the territory of south Serbia (territory of Leskovac municipality), on two different soil types (alluvium and vertisol). Four varieties of wheat were included (Darija, Avenue, Carica and Sosthena). Before trial set up soil samples for chemical analysis were taken. The trial is set up in block system in three repetitions. The preceding crop was maize. Soil tillage included autumn plowing at a depth of 20 cm, with application of 300 kg ha<sup>-1</sup> NPK (16:16:16) fertilizer. Sowing was done at the beginning of November. Fertilizing with KAN fertilizer in the amount of 250 kg ha<sup>-1</sup> was done in March, and treatment against weeds and diseases in April with *Metmark WG* preparations at 0.01% and *Excort* in the amount of 0,5 l ha<sup>-1</sup>. Harvest was done in the second half of July. The yield was calculated on each plot and reduced to 14% of the grain moisture content. The results were processed statistically, analyzing variance using WASP 1.0 software. Compaction was measured after sowing and after harvest of wheat, with penetroler Eijkelkamp hardware version 6.0, software version 6.03. The results of compaction are presented as average and are shown graphically.

### Climatic and Soil Characteristics

Table 1 shows total precipitation and average air temperatures during the winter wheat vegetation season.

Table 1. Precipitation (mm) and mean air-temperature (°C) in Leskovac.

Month	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Nov/Jul
The 2016/2017 growing season										
mm	131.0	12.0	44.0	49.0	39.0	69.0	82.0	19.0	55.9	500.9
°C	6.8	-0.7	-5.8	9.2	10.3	11.3	16.7	21.9	21.5	10.1
The 2017/2018 growing season										
mm	73	140	48	55.5	131	43	91	88	72	741.5
°C	7.0	4.0	3.2	3.7	7.1	14.2	19.1	20.9	21.1	11.1

During 2016/2017, which was less favorable for wheat production, total precipitation during vegetation was 500.9 mm and average temperature was 10.1 °C. In December and January, the average temperatures were -0.7 and -5.8, which was not the case in 2017/2018. year. During the vegetation 2017/2018 the total precipitation was 741.5 mm and the average temperature was 11.1 °C. During this vegetation year, it should be noted that the total amount of precipitation was 240.6 mm higher compared to the previous year, as well as higher average air temperatures of about 1 °C, which was favorable for wheat production.

Table 2. Chemical properties of the soil.

Type of soil	pH		Humus (%)	Nitrogen (%)	Available (mg/100g of soil)	
	H <sub>2</sub> O	KCl			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Vertisol	5.75	4.81	1.24	0.06	9.15	18.00
Alluvia	6.88	5.90	2.49	0.13	17.10	30.00

According to pH values in KCl, vertisol (4.81) belongs to a group of acidic and alluvial (5.90) groups of moderately acidic soils. According to the content of humus in the ploughing layer, both types of soils belong to a group of poorly humic soils. The content of total nitrogen is lower at vertisol, and the medium in alluvial. The content of phosphorus at the vertisol (9.15) is low and in the alluvial (17.10) is medium. According to the content of potassium (18.00) the vertisol is medium and the alluvial (30.00) is highly supplied. From these data it can be seen that the alluvium is more favorable for the production of wheat.

## Results and Discussion

It has long been known that varieties, cultural practices and climate are the main factors for high yields of wheat. Table 3 and 4 shows the productive traits of different varieties of winter wheat depending on the type of soil.

Table 3. Impact of varieties and type soil on yield of winter wheat (t ha<sup>-1</sup>)

Variety	Year	Mass of 1000 seeds (g)		Hectoliter weight (kg hl <sup>-1</sup> )		Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )	
		Type of soil					
		A	V	A	V	A	V
Darija	2016/17	41.00	41.30	73.45	73.60	5.350	3.090
	2017/18	42.80	41.30	67.00	65.40	6.334	3.839
Avenue	2016/17	41.00	41.20	74.30	73.98	5.950	3.745
	2017/18	42.50	41.25	65.30	64.50	7.780	4.980
Carica	2016/17	40.00	40.40	74.85	74.00	5.390	3.210
	2017/18	42.40	41.48	64.70	63.60	5.968	4.255
Sosthene	2016/17	43.20	42.80	72.60	73.40	5.480	3.630
	2017/18	46.00	46.30	63.50	62.70	7.150	4.770

A-Alluvium; V-Vertisol

The grain yield of all varieties and the mass of 1000 seeds were higher in 2017/18, while the hectoliter weight was higher in 2016/17, which is the result of precipitation in June and July (88 mm and 72 mm).

Tab.4. Impact of varieties and type soil on productive traits of winter wheat  
(average two-year 2016/17 and 2017/18)

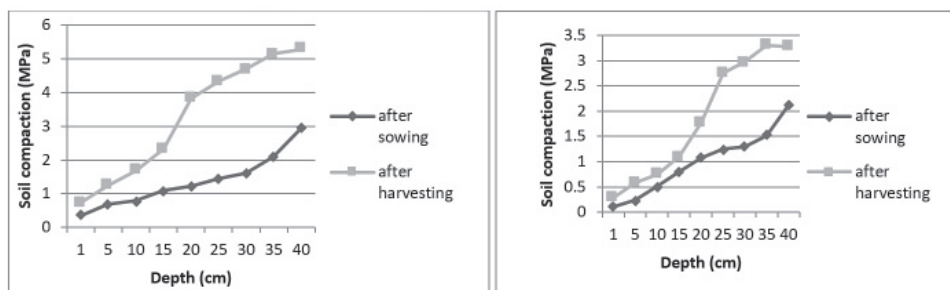
A.Varieties	Mass of 1000 seeds (g)			Hectoliter weight(kg hl <sup>-1</sup> )			Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )		
	B.Type of soil								
	A	V	Aver.	A	V	Aver.	A	V	Aver.A
Darija	41.90	41.30	41.60	70.22	69.50	69.86	5.842	3.464	4.653
Avenue	41.75	41.22	41.48	69.80	69.24	69.52	6.865	4.362	5.613
Carica	41.20	40.94	41.07	69.77	68.80	69.28	5.679	3.732	4.705
Sosthene	44.60	44.55	44.57	68.05	68.05	68.05	6.315	4.200	5.257
Average B	42.36	42.00		69.46	68.89		6.175	3.930	
LSD	A	B	AxB	A	B	AxB	A	B	AxB
0.05	0.99	0.73	1.41	2.94	2.08	4.16	0.48	0.34	0.68
0.01	1.38	0.97	1.95	4.08	2.88	5.77	0.66	0.47	0.95

A-Alluvium; V- Vertisol

By analyzing the two-year average mass of 1000 seeds, we found that the variety Sosthene had significantly higher mass of 1000 seeds compared to other varieties, while there was no statistically significant difference in mass of 1000 seeds between the soil types. The average values of the hectoliter weight of the grain, both between the varieties and between the soil types, were not statistically significant. The average grain yield showed very significant differences, both between the varieties and the soil types. Thus, the varieties Avenue and Sosthene had the highest average yields of grains (5.613 and 5.257 kg ha<sup>-1</sup>) which were significantly higher than the yields of varieties Daria and Carica, among which there were no statistically significant differences. Also, the average yields of all varieties of wheat were significantly higher on the alluvial than the vertisol soil. The highest yield of 6.865 kg ha<sup>-1</sup> had the variety Avenue on the alluvial, and the smallest 3.464 kg ha<sup>-1</sup> variety Daria on vertisol. Zivanovic (2017.) gained similar wheat yields on the vertisol of Sumadija (4.310-4.440 kg ha<sup>-1</sup>), with a similar level of fertilization. The expressed differences in yield can be the result of the chemical properties of the given soil, since vertisol is of the acidic reaction and has a lower nitrogen, phosphorus and potassium content compared to the alluvium. Thus Stanković (2009.) pointed out that the yield of wheat grains depends on the type of soil and its fertility, weather conditions during the growing period, the genetic potential of the variety and the level of applied cultural practices measures.

### Soil compaction

Soil compaction leads to a weaker development of the root system and slow growth of plants, which together results in a decrease of yields. Charts 1 and 2 give a presentation of the compaction of tested soil types, measured after wheatsowing and after harvesting.



Graf.1. Soil compaction (Vertisol)

Graf.2. Soil compaction (Alluvium)

These soils differed from each other, which was measured at a depth of 40 cm. Thus, the highest average compaction (up to 40 cm) after sowing was measured on vertisol (1.36 MPa), while on the alluvial soil in the same period it was 0.99 MPa. The average compaction after the harvest on the vertisol was 3.25 MPa and on the alluvial 1.86 MPa. The compaction within both types of soil increased with depth, so that the highest was at a depth of 40 cm, where the vertisol was 5.29 and in the alluvium 3.27 MPa. Our results are similar to the results reported by Alakaku and Pavo (1994.), which emphasize that soil compacting is not equal at the entire profile, and it is most expressed up to a depth of 50 cm. Many researchers pointed out that the soil compaction is particularly expressed at depths up to 50 cm, with the difficulty of absorbing water and nutrients, (Aliiev, 2001.; Yavuzcan et al., 2005.; Manuwa et al., 2011.; Jerzy and Leszek, 2012.). The obtained differences in wheat yield on these two types of soil, in addition to chemical properties, can also be the result of stronger soil compaction, which is in line with the findings of Nikolic and Sark (2003.), who pointed out that the average yield losses of wheat are 15-20% on compacted soil. Thus, other authors pointed to the negative consequences of soil compaction which are multiply reflected in the reduction in yield (Friton, 2001.; Nikolić et al., 2002., Ramazan et al., 2012.).

## Conclusion

Significantly higher average yields of all varieties of wheat were achieved on the alluvium relative to the vertisol. Between the soil types there was no statistically significant difference in the mass of 1000 seeds and the hectoliter weight of the grain, as opposed to the yield. Varieties Avenue and Sosthene had the highest average yields that were significantly higher than yields of varieties Daria and Carica, among which there were no statistically significant differences. The higher compaction of the soil in the plowing layer was on vertisol related to the alluvial soil. The compaction in both types of soil increased with depth, so the highest was at a depth of 40 cm. This data on average yields point out about the benefits of particular types of soil for the production of wheat and gives guidance to producers to select the most suitable varieties for cultivation in their fields.

## Acknowledgment

This study was supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia, Project No TR 31054 and Project No TR 31051.

## Literature

1. Akker, J.J. H., Canarache A. (2001). Two European concerted actions on subsoil compaction.
2. Landnutzung und Landentwicklung / Land Use and Development. Vol. 42 (1), pp.15-22.

3. Alakuku, L., Pavo, E. (1994): Finnish experiments on subsoil compaction by vehicles with high axle load. *Soil and Tillage Research*. Volume 29, Issues 2-3, 151-155.
4. Aliev, K. (2001). Current problems with regard to mechanization and greening of farming in Azerbaijan. *Medjunarodniy Selskokhozyaistvennyi Zhurnal*. Vol. 5, pp. 57-61.
5. Dimitri and Destain (2016): Risk assessment of soil compaction in the Walloon region in Belgium. *Math. Geosci.* 48, 89–103.
6. Fritton, D.D. (2001.) An Improved Empirical Equation for Uniaxial Soil Compression for a Wide Range of Applied Stresses. *Soil Science Society of America Journal*, Vol. 65, pp. 678-684.
7. Jerzy, B., Leszek S. (2012). Effect of soil compaction intensity under wheel on the stress under passage track. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW*. Vol. 60, pp. 15–23
8. Manuwa, S.I., Adesina A., Olajolo B.F. (2011). Evaluation of Soil Compaction induced by repeated passes of Rubber Tracked Excavator in Sandy Clay Soil. *FUTA STEP-B Proj.*, pp. 81-89.
9. Nawaz, M.F., Bourrié, G., Trolard, F. (2013): Soil compaction impact and modelling. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 33:291–309.
10. Nikolić, R., Savin, L., Furman, T., Gligorić Radojka, Tomić, M. (2002): Istraživanje problema sabijanja zemljišta. *Traktori i pogonske mašine*. Vol. 7.No.1., 5-13.
11. Nikolić, R., Hadžić V., Savin L., Furman T., Nešić Lj., Gligorić R., Belić M., Tomić M. (2003): Sabijanje zemljišta, uzroci, posledice, mere. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, sveska 38, 2003., Novi Sad
12. Nosalewicz, A., Lipiec, J. (2014): The effect of compacted soil layers on vertical root distribution and water uptake by wheat. *Plant Soil*. 375, 229–240.
13. Prakash, K., Sridharan A. & Prasanna H. S. (2014): Compaction induced yield stress. *Geotech. Geol. Eng.* 32, 311–319.
14. Ramazan, M., Daraz G.K., Hanif M., Shahid A. (2012). Impact of Soil Compaction on Root Length and Yield of Corn under Irrigated Condition. *Middle-East Journal of Scientific Research*. Vol. 11 (3), pp. 382-385.
15. Savin, L., Nikolić R., Simikić M, Furman T., Tomić M., Gligorić Radojka, Jarak M., Đurić S., Sekulić P., Vasin J. (2007): Istraživanje uticaja sabijenosti zemljišta na prinos pšenice i promene u zemljištu na uvratinama i unutrašnjem delu parcele. *Letopis naučnih radova* 31, broj 1, strana 167–173.
16. Stanković, S. (2009): Uticaj azota na proizvodnju pšenice na različitim tipovima zemljišta. *Doktorska disertacija*, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun.
17. Williamson, J., Neilsen, W. (2000): The influence of forest site on rate and extent of soil compaction and profile disturbance of skid trails during ground-based harvesting. *Can J Forest Res* 30:1196–1205.
18. Živanović, Lj., Popović V., Ikanović J., Kolarić, Lj. (2017): Uticaj količine i oblika azota na produktivnost ozime pšenice "XXII Savetovanje o biotehnologiji" *Zbornik radova*, Knjiga 1. Čačak.
19. Yavuzcan, H.G., Matthies, D., Auernhammer, H. (2005). Vulnerability of Bavarian silty loam soil to compaction under heavy wheel traffic: impacts of tillage method and soil water content. *Soil and Tillage Research*. Vol. 84, pp. 200-215.

## Sažetak

Cilj rada bio je utvrditi utjecaj različitih tipova tala i zbijanja tla na prinos različitih sorata pšenice. Istraživanje je provedeno tijekom 2016/17. i 2017/18. godine u južnoj Srbiji (područje općine Leskovac) na dva različita tipa tla (aluvij i vertisol). Istraživanje je uključivalo četiri sorte pšenice (Darija, Avenue, Carica i Sosthene). Tip tla i sorta pšenice značajno su utjecali na prosječni prinos pšenice. Značajno veći prosječni prinos svih sorata zabilježen je na aluvijalnom tlu u odnosu na vertisol. Sorte Avenue i Sosthene imale su najveći prosječni prinos koji je bio značajno veći u odnosu na prinos sorti Darija i Carica između kojih značajne razlike nisu utvrđene. Veća zbijenost tla u sloju na dubini oranja zabilježena je na vertisolu u odnosu na aluvijalno tlo. Dobiveni podaci o prosječnim prinosima i zbijanju tla ukazuju na utjecaj određenog tipa tla na proizvodnju pšenice.

**Ključne riječi:** sorta, vertisol, aluvij, zbijanje tla, prinos

## Smilje - morfološka obilježja, uzgoj i uporaba

Sanda Rašić<sup>1</sup>, Mislav Ciboci<sup>2</sup>, Renata Baličević<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR – 31000 Osijek, Hrvatska, e-mail: srasic@fazos.hr

<sup>2</sup>Student, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR – 31000 Osijek, Hrvatska

### Sažetak:

Smilje (*Helichrysum italicum* (Roth.) G. Don) je trajnica koja pripada porodici Asteraceae. Raste kao gusti polugrm s žutim cvjetovima zbijenim u glavice. Ima intenzivan miris koji potječe od eteričnog ulja kojeg u biljci ima relativno malo. Najviše se koriste cvjetovi i listovi u liječenju zdravstvenih poremećaja. Djelovanje eteričnog ulja smilja je antikoagulantno, antialergijsko, antibakterijsko, protuupalno, antiseptično, fungicidno i diuretično. Interes za ovu biljku proizlazi iz njene tradicionalne primjene, pa otuda i zainteresiranost za istraživanjima. Radi velikog ekonomskog značaja smilja, porasla je potražnja za njim i potreba za podizanjem nasada. Na taj način spriječena je i velika eksploatacija prirodnih populacija. U Republici Hrvatskoj smilje je rasprostranjeno uz obalni pojas i na otocima.

**Ključne riječi:** smilje, morfologija, uzgoj, uporaba

### Uvod

Rod *Helichrysum* koji pripada porodici Asteraceae u flori Hrvatske zastupljen je s dvije vrste *Helichrysum italicum* (Roth.) G. Don i *Helichrysum arenarium* (L.) Mch. (Domac, 2002.). Ovaj rod je veoma heterogen i u cijelom svijetu zastupljen s više od 600 vrsta. Poriijeklo roda je u istočnim i južnim dijelovima Afrike. Oko 40 vrsta javlja se na Sredozemlju, zapadnoj i središnjoj Aziji, te Indiji. Vrsta *H. italicum* rasprostranjena je na području Sredozemlja – južna Europa, Mala Azija i sjeverozapadna Afrika (Hulina, 2011.; Kovačić i sur., 2008.), dok je vrsta *H. arenarium* rasprostranjena od sredozemnog područja preko istočne i centralne Europe do Nizozemske i Belgije.

Staništa na kojima smilje samoniklo raste su suha mjesta, stijene i pijesci u blizini mora, pa se redovito nalazi i na kamenjarskim pašnjacima (Britvec i sur., 2013.). S ekonomskog aspekta ova vrsta je važna s obzirom da je uzgoj moguć u širokom rasponu nadmorskih visina (Nostoro i sur., 2001.), te na siromašnim tlima izloženim velikoj insolaciji i suši.

*H. italicum* ima mnoga korisna svojstva. U Europi se koristi za osvježivanje zraka, odbijanje insekata i u medicinske svrhe (Guinoiseau i sur., 2013.). Pored toga što je biljka dekorativna, iz njenih listova i cvjetova dobiva se eterično ulje (Beljo i sur., 2016.). Radi tih aromatičnih svojstava smilje se primjenjuje u kulinarstvu, kozmetičkoj industriji i farmaciji.

Prva znanstvena istraživanja potječu iz prve polovine 20. stoljeća. Usmjereni su uglavnom na analizu eteričnog ulja koji se dobiva iz svih zelenih biljnih dijelova. Smilje sadrži vrlo malo ete-

ričnog ulja blijedo žute boje i veoma je složenog kemijskog sastava. Prema istraživanjima koje je proveo Politeo (2003.) identificirano je ukupno 67 spojeva. Kemijski sastav komponenti eteričnog ulja ovisi o lokaciji na kojoj je biljka ubrana (Guinoiseau i sur., 2013.).

### **Morfološke karakteristike smilja**

Smilje je vazdazeleni grm s karakterističnim opojnim mirisom. Biljka naraste između 30 i 70 cm (Guinoiseau i sur., 2013.; Rogošić, 2011.), a stabljika jepri bazi drvenasta i razgranjena (Kovačić i sur., 2008.). Grane su uglate, pogle ili uzdignute, a mlade su pokrivene dlakama. Listovi su šiljasti i dugi između 3 i 4 cm. Na licu su zeleni dok su na naličju sivo zeleni i prekriveni malim dlačicama. Donji listovi su u rozeti. Deblja kutikula lista i dlačice smanjuju transpiraciju i osiguravaju smilju prilagođenost na sušne uvjete staništa. Na vrhu stabljike je žuta cvat koja cvjeta od svibnja do kraja srpnja. Cvjetne glavice su promjera 2-4 mm i duže su nego šire. Cvjetovi u cvatu su cjevasti, a cvat je okružena pricvjetnim listovima. Više cvjetnih glavica skupljeno je u složen štitasti cvat promjera do osam cm. Biljka je dvodomna, a plod je roška. Sjeme je sitno, duguljasto i tamnosmeđe do crne boje (Beljo i sur., 2016.; Kovačić i sur., 2008.).

### **Agroekološki uvjeti uzgoja**

Smilje podnosi visoke ljetne temperature, a može podnijeti i oštrije zime (Pohajda i sur., 2015.). Uspješno raste na lakim propusnim tlima. Dobro podnosi sušu i manje količine hranjiva na plitkim tlima sredozemnog područja. Prilikom uzgoja smilja treba izbjegavati kiselija tla, tla s većom količinom vlage i teška tla.

Smilje je relativno otporno na bolesti i štetnike, ali se u uzgoju mogu pojaviti gljivične bolesti i štetnici kao npr. lisne i štitaste uši, štitasti moljac, lisni mineri i gusjenice moljaca (Beljo i sur., 2016.). Za suzbijanje potrebno je koristiti ekološki prihvatljiva zaštitna sredstva kada je u pitanju ekološka proizvodnja smilja.

Ova se biljka uzgaja kao trajnica u periodu od pet do osam godina. Najbolji predusjev su leguminoze, odnosno kulture koje ostavljaju tlo s manje korova. Priprema tla uključuje oranje i kultivaciju nakon oranja. Gnojidba je izuzetno važna prilikom podizanja trajnih nasada i treba ju obaviti na osnovu kemijske analize tla (Beljo i sur., 2016.). Osnovna gnojidba prilikom oranja (sukladno rezultatima analize) može uključiti 200 do 400 kg/ha mineralnog NPK gnojiva (15-15-15), a prihrana se obavlja u narednim sezonama u jesen ili proljeće na osnovu istog (Stepanović i sur., 2009.). U ekološkoj proizvodnji stajski gnoj se ne preporuča jer može biti lošije kvalitete te dovesti do pojave neželjenih korova.

Smilje se razmnožava generativno sjemenom i vegetativno reznicama ili dijeljenjem busena. Prilikom podizanja nasada važno je koristiti se deklariranim i kvalitetnim sadnim materijalom. Izravna sjetva se ne preporuča, već se proizvode presadnice u klijalištima (Pohajda i sur., 2015.). Nakon 90 dana presadnice su spremne za sadnju na poljoprivrednim površinama. Sadnja se obavlja u jesen ili u proljeće ručno ili strojno (Beljo i sur., 2016.). Ručna sadnja traži više ulaganja prilikom podizanja nasada, dok sadnja strojem ima veću brzinu rada i direktno zalijevanje prilikom sadnje čime se pospješuje prijem sadnog materijala. U početnoj fazi rasta nasad je potrebno zalijevati iako smilje nema velike potrebe za vlagom. Važna je i međuredna kultivacija novih nasada kojom će se smanjiti pokorica tla i pojava korova. Kod starijih nasada dovoljno je obaviti dvije kultivacije (Pohajda i sur., 2015.).

Košnja se obavlja specijaliziranim strojevima na većim površinama, a na manjim ručno. Prinosi smilja odnose se na proizvodnju sušenog cvijeće i eteričnog ulja. Za proizvodnju suhog cvijeća



košnja se obavlja kada je trećina cvjetova u punoj cvatnji. Prinosi su najveći između treće i osme godine uzgoja i tada je ekonomski isplativa.

Sušenje cvijeta obavlja se prirodnim putem ili u sušaramaza veće količine bilja. Prilikom sušenja smilje se ne miješa kako bi se izbjegao lom. Sušenje je na temperaturi 35 – 40 oC. Skladištenje je na suhim i čistim mjestima.

Berba smilja za proizvodnju eteričnog ulja je kasnija u odnosu na onu za proizvodnju suhog cvijeta i počinje kada je otvoreno 50 % cvjetova. Osim cvjetova koristi se i stabljika.

Destilacija smilja obavlja se odmah nakon branja, jer stajanjem opada kvaliteta prinosa. Prosječno se jedan kg destilata eteričnog ulja dobiva od 750 kg smilja u svježem stanju (Stepanović i sur., 2009.). Eterična ulja čuvaju se na niskim temperaturama na tamnom mjestu.

### Primjena smilja

Jedan od najstarijih zapisa u vezi medicinske uporabe smilja datira iz 2. stoljeća prije Krista, gdje se navodi da se smilje može koristiti u liječenju opekline i kod uboda ili ugriza otrovnih životinja (Scarborough, 1978.). Rimski prirodoslovac Plinije navodi da smilje djeluje kao diuretik koji se koristi kod urinarnih poremećaja, išijasa, te naglašava antiupalna svojstva biljke (Querer, 1993.). U prvim opisima ljekovitih svojstava govorilo se o rodu *Helichrysum*, a ne o vrstama. Rod *Helichrysum* je vrlo složen sa sličnostima između vrsta, pa otuda i povijesna teškoća u identifikaciji biljaka (Sala, 2001.). Ljekovita svojstva smilja poznata su i to ne samo u mediteranskim zemljama u kojima se ova biljka koristi u narodnoj medicini (Redžić, 2007.) kod kožnih oboljenja, hujnjava, astme, kod zarastanja rana, kod reumatskih tegoba. Najviše korišteni dijelovi su cvjetovi i listovi. U tradicionalnoj medicini macerat smilja koristio se u tretiranju kožnih oštećenja (rana i opekline). Osušeni cvjetovi pušili su se kao preventiva astmatičnim napadima. Čaj od smilja koristio se kod dišnih smetnji. Osušene biljke stavljale su se u ormare kako bi zaštitile odjeću od štetnika.

Eterično ulje koristi se u kozmetičkoj industriji i u aromaterapiji (Schnaubelt, 1999.). Čaj od smilja koristio se za liječenje želučanih i probavnih smetnji (Rigano i sur., 2013.). Metaboliti izolirani iz ove biljke imaju antimikrobno (Mastelić i sur., 2005.), antiupalno (Bauer i sur., 2011.), antivirusno djelovanje (Nostro i sur., 2003.), te insekticidni učinak (Conti i sur., 2010.). Antibakterijski učinak eteričnog ulja smilja predmet je mnogih istraživanja. Nostro i suradnici (2001.) istražili su inhibirajuće djelovanje na sojeve *Staphylococcus aureus*.

### Zaključak

Smilje nije strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj, ali pripada kategoriji zavičajnih zaštićenih biljaka te je za sakupljanje potrebna posebna dozvola Ministarstva zaštite okoliša i prirode. Od 2012. godine sakupljanje smilja regulirano je vremenskim ograničenjem sakupljanja, a ne godišnjim kvotama. Potražnja za samoniklim ljekovitim i aromatičnim biljem je sve veća, pa otuda i potreba za većim uzgojem istih. Za poljoprivrednu proizvodnju važna je vrsta *H. italicum* koja sadrži različite aromatične tvari koje imaju primjenu u kulinarstvu, kozmetičkoj industriji i farmakologiji.

### Napomena

Rad je nastao na temelju završnog rada „Smilje – morfološka obilježja, uzgoj i uporaba“ studenata stručnog studija Mislava Cibocia na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek.

## Literatura

1. Bauer, J., Koeberla, A., Dehm, F., Pollastro, F., Appendino, G., Northoff, H., Rossi, A., Sautebin, L., Werz, O. (2011): Arzanol, a prenylated heterodinameric phloroglucinyl pyrone, inhibits eicosanoid biosynthesis and exhibits anti-inflammatory efficacy in vivo. *Biochem. Pharmacol.* 81, 259-268.
2. Beljo, J., Barbarić, M., Čagalj, M., Duranović, A., Filipović, A., Ivanković, M., Kohnić, A., Mandić, A., Leko, M., Prlić, M., Rajić, M., Ostojić, I., Trkulja, V. (2016): Ekološka proizvodnja smilja i eteričnog ulja. Algoritam, Zagreb.
3. Britvec, M., Ljubičić, I., Šimunić, R. (2013): Medonosno bilje kamenjarskih pašnjaka otoka Krka, Cresa i Paga. *Agronomski glasnik* 1, 31-41.
4. Conti, B., Canale, A., Bertoli, A., Gozzini, F., Pistelli, L. (2010): Essential oil composition and larvicidal activity of six Mediterranean aromatic plants against the mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol. Res.* 107, 1455-1461.
5. Domac, R. (2002): Flora Hrvatske. Priručnik za određivanje bilja. Školska knjiga, Zagreb.
6. Guinoiseau, E., Lorenzi, V., Luciani, A., Muselli, A., Costa, J., Casanova, J., Berti, L. (2013): Biological properties and resistance reversal effect of *Helichrysum italicum* (Roth.) G. Don. Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education, 1073-1080.
7. Hulina, N. (2011): Više biljke – stablašice. Sistematika i gospodarsko značenje. Golden market-Tehnička knjiga, Zagreb.
8. Kovačić, S., Nikolić, T., Ruščić, M., Milović, M., Stamenković, V., Mihelj, D., Jasprica, N., Bogdanović, S., Topić, J. (2008): Flora jadranske obale i otoka. 250 najčešćih vrsta. Školska knjiga, Zagreb.
9. Mastelić, J., Polliteo, O., Jerković, L., Radošević, N. (2005): Composition and antimicrobial activity of *Helichrysum italicum* essential oil and its terpene and terpenoid fractions. *Chemistry of natural compounds*, Vol. 41, No. 1, 35-40.
10. Nostoro, A., Bisignano, G., Cannatelli A. M., Crisafa, G., Germano, P. M., Alonzo, V. (2001): Effects of *Helichrysum italicum* extract on growth and enzymatic activity of *Staphylococcus aureus*. *Lett. Appl. Microbiol.* 35, 181-184.
11. Nostro, A., Cannatelli, M. A., Marino, A., Picerno, I., Pizzienti, F. C., Scoglio, M. E., Spataro, P. (2003): Evaluation of antiherpesvirus – 1 and genotoxic activities of *Helichrysum italicum* extract. *New Microbiol.* 26, 125-128.
12. Pohajda, I., Dragun, G., Puharić Visković, L. (2015): Smilje. [www.savjetodavna.hr](http://www.savjetodavna.hr) (21. 01. 2019.)
13. Politeo, O. (2003): Sezonske varijacije kemijskog sastava i biološka aktivnost eteričnog ulja smilja, *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don. Magistarski rad, Prirodoslovno matematički fakultet Zagreb.
14. Quer, P. F. (1933): *Plantas medicinales, El dioscorides renovado*, 14<sup>th</sup> ed. Editorial labor, Barcelona.
15. Redžić, S. S. (2007): The ecological aspect of ethnobotany and ethnopharmacology of population in Bosnia and Herzegovina. *Collegium antropologicum* 31(3): 869-890.
16. Rigano, D., Formisano, C., Senatore, F., Piacente, S., Pagano, E., Capasso, R., Borelli, F., Izzo, A. A. (2013): Inestinalantispasmodic effects on *Helichrysum italicum* (Roth) Don ssp. *italicum* and chemical identification of the active ingredients. *J. Ethnopharmacology* 150: 901-906.
17. Rogošić, J. (2011): Bilinar cvjetnjača hrvatske flore s ključem za određivanje bilja. Sveučilište u Zadru, Zadar.
18. Sala, A., Recio, M. C., Giner, R. M., Manes, S., Rios, J. L. (2001): New acetophenone glucosides isolated from extracts of *Helichrysum italicum* with anti-inflammatory activity. *J. Nat. Prod.* 64, 1360-1362.
19. Scarborough, J. (1978): Theophrastus on herbals and herbal remedies. *J. Hist. Biol.* 11, 353-385.
20. Schnaubelt, J. (1999): Medical aromotherapy – Healing with essential oils, 1st ed. Frogs Ltd. Berkeley.
21. Stepanović, B., Radanović, D., Turšić, I., Nemčević, N., Ivanec, J. (2009): Uzgoj ljekovitog i aromatičnog bilja. Jan-Spider, Pitomača.

## Immortelle - morphological characteristics, cultivation and usage

### Abstract

Immortelle (*Helichrysum italicum*(Roth.) G. Don) is a perennial belonging to Asteraceae family. Immortelle grows as a subshrub with yellow flowers gathered in clusters. Its intensive scent comes from essential oil, which plant itself does not have in abundance. The effect of immortelle's essential oil is anti-coagulative, anti-allergic, anti-bacterial, anti-inflammatory, antiseptic, fungal and diuretic. The interest for this plant emerges from its traditional usage, which explains the interest for scientific researches. Due to great economic significance, the demand for immortelle plant has enhanced, which results in need for plantation. That prevented the exploitation of natural populations. In Republic of Croatia, immortelle is spread along the coastal belt and on the islands.

**Key words:** immortelle, morphology, cultivation, usage

## The herbage yield and nutritional contents of oilseed rape (*Brassica napus* L.) depends from time of sowing and phase of harvesting

Biljana Ristakoska, Zoran Dimov, Tatjana Prentovic

*Faculty for Agricultural Sciences and Food, 16 Makedonska brigada br. 3,  
1000 Skopje, R. Macedonia, e-mail: dimov632002@yahoo.co.uk*

### Abstract

Five rapeseed genotypes – AbaKus, Rohan and Perko (hybrids) and Banacanka and Majdan (varieties) were tested under the three sowing dates: September 20, October 4 and October 17 and harvest at two phases of development - i) presence of flower buds and ii) 50% of flowering (stages coded as 51 and 65 according to BBCH scale), to determine their effects on green forage yield and some nutritional components during 2013/14 growing season. The densest canopy was observed in the third period of sowing (86 - 157 plantsm<sup>-2</sup>). The examined genotypes in the first period of sowing formed most leaves/plant – 8.1 to 9.9, with statistical significance at 0.05% level. Statistical significance at the same level was determined between Perko and other investigated genotypes. The AbaKus obtained the highest forage yield – 61.2 t ha<sup>-1</sup> at second harvest phase proved significantly different at 0.05%. Together with Perko have a great potential for green forage production. In terms of dry matters, the determined content in all genotypes was between 11.91% - Majdan (min.) and 13.67% - Rohan (max.) confirming significance with the others at 0.05 level. The values of crude protein and cellulose related with period of sowing had a reciprocal ratio i.e. the content of proteins from the first to the third period increased while the cellulose content decreased. The third sowing period can be taken as the best, where examined genotypes have shown the most favourable chemical composition.

**Key words:** oilseed rape, yield, dry matter, cellulose, crude protein

## Prinos lista i sadržaj hraniva uljane repice (*Brassic napus L.*) u ovisnosti o datumu sjetve i fazi ubiranja

### Sažetak

Pet genotipova uljane repice: AbaKus, Rohan i Perko (hibridi) te Banaćanka i Majdan (sorte) bili su ispitivani u tri roka sjetve: 20. rujna, 4. listopada i 17. listopada, te ubirani u dvije faze razvoja - i) butonizacija i -ii) 50% cvatnje (faze kodirane kao 51 i 65 u skladu s BBCH skalom), ne bi li se utvrdio njihov efekt na urod zelene mase i neke nutritivne komponente, tijekom vegetacijske sezone 2013/14. Najgušći sklop uočen je u trećem roku sjetve (86-157 biljaka m<sup>-2</sup>). Ispitani genotipovi u prvom roku sjetve formirali su najveći broj listova po stabljici - 8,1-9,9, sa statističkom značajnošću na razini 0,05%. Statistička značajnost na istoj razini utvrđena je između Perka i ostalih istraživanih genotipova. AbaKus je ostvario najveći urod zelene mase - 61,2 t ha<sup>-1</sup>, što se pokazalo statistički značajnim na razini 0,05%. Zajedno s Perkom ima visoki potencijal za proizvodnjom zelene mase. U smislu suhe tvari, utvrđeni sadržaj u svim genotipovima bio je između 11,91% - Majdan (min.) i 13,67% - Rohan (max.) potvrđujući značajnost s ostalima na razini 0,05%. Vrijednosti sirovih proteina i celuloze u odnosu na datum sjetve imali su recipročnu vrijednost, tj. sadržaj proteina se povećavao od prvog do posljednjeg datuma sjetve, dok se sadržaj celuloze smanjivao. Treći sjetveni rok treba uzeti kao najbolji, gdje su ispitivani genotipovi pokazali najpovoljniji kemijski sastav.

**Ključne riječi:** uljana repica, urod, suha tvar, celuloza, sirovi proteini

## Rast i razvoj presadnica salate pod utjecajem tretmana s Rivergreen®-om

Tomislav Vinković, Boris Ravnjak, Monika Tkalec Kojić, Miro Stošić, Ivana Talan

*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: tvinkovic@fazos.hr*

### Sažetak

Cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi utjecaj tretmana s Rivergreen®-om na rast i razvoj presadnica salate. Rivergreen® je hrvatski proizvod koji je nastao mljevenjem kamenja podrijetlom iz Alpa tj. alpskog sedimenta, a kojeg jerijeka Drava donijela do Hrvatske. Proizvod ima dodatnu vrijednost jer je tribomehanički aktiviran. U istraživanju su korištene dvije sorte salate (Majska kraljica i Ljubljanska ledenka). Sjeme je posijano u plitice napunjene sa čistim supstratom ili sa supstratom u koji je dodan pripravak Rivergreen®. Supstratu je dodan pripravak u koncentraciji 2 %, a tijekom cijelog istraživanja Rivergreen® je dodatno doziran zalijevanjem s vodenom otopinom koncentracije 0,25 %. Biljke su smještene u klima komoru s kontrolom temperature i dnevno-noćnog režima osvjetljenja. Pokus je postavljen kao monofaktorijalno split-plot shemi s 4 ponavljanja. Na kraju provedbe pokusa koji je trajao 35 dana od dana sjetve, salata je uzorkovana i to u fazi 7-8 pravih listova. Pri uzorkovanju, izmjereni su sljedeći parametri rasta i razvoja presadnica: broj listova po biljci, dužina i širina listova te svježa i suha masa nadzemnog dijela presadnica. Statističkom obradom podataka je utvrđeno kako je tretman s Rivergreen®-om djelovao pozitivno na rast i razvoj ispitivanih sorata salate. Kod sorte Majska kraljica, tretman s Rivergreen®-om je povećao svježinu (3,14 > 1,83 g) i suhu masu (0,16 > 0,11 g) te broj (9,8 > 7,6) i širinu listova (3,32 > 2,85 cm) u odnosu na kontrolu. Međutim, tretman nije imao utjecaja na svježinu i suhu masu sorte Ljubljanske ledenke kao niti na dužinu listova kod obje ispitivane sorte te širinu i broj listova sorte Ljubljanska ledenka. Iz rezultata ovog istraživanja možemo zaključiti da je Rivergreen® pozitivno utjecao na rast i razvoj presadnica salate, ali je odgovor biljke na tretman bio ovisan o sorti.

**Ključne riječi:** salata, Rivergreen®, morfološka svojstva, presadnice

## Lettuce transplants growth and development influenced by treatment with Rivergreen®

### Abstract

The aim of this study was to determine the effect of treatment with Rivergreen® on growth and development of lettuce transplants. Rivergreen® is a Croatian product produced by grinding river stones originating from the Alps, i.e. the Alpine sediment, which the river Drava has brought to Croatian territory. The product has added value because it is tribomechanically activated. Two cultivars of lettuce (cv. Majska kraljica and cv. Ljubljanska ledenka) were used in the study. The seeds were sown in a polystyrene containers filled with non-treated substrate or with substrate in which Rivergreen® was added. The Rivergreen® was mixed with substrate at a concentration of 2%, and throughout the whole growing period Rivergreen® was additionally added by watering applying 0.25% aqueous solution. The plants were placed in a walk-in chamber where temperature and lighting regimewere controlled. The experiment was set-up as single-factorial by a split-plot scheme with 4 repetitions per each variant. At the end of the experiment, which lasted 35 days starting from the sowing day, the lettuce was sampled at the stage of 7-8 true leaves. During sampling, the following parameters of transplants growth and development were measured: the number of leaves per plant, leaves length and width of, fresh and dry weight of the aboveground part. Statistical analysis of data showed that treatment with Rivergreen® had a positive effect on the transplants growth and development of the investigated lettuce cultivars. In the cv. Majska kraljica, Rivergreen® increased both fresh (3.14 > 1.83 g) and dry weight (0.16 > 0.11 g), leaves number (9.8 > 7.6) as well as leaf width (3.32 > 2.85 cm) compared to control plants. However, treatment with Rivergreen® did not have any influence on the aboveground part fresh and dry weight, leaves width and number of the cv. Ljubljanska ledenka as well as leaves length in both cultivars. Results of this study indicate that Rivergreen® positively influenced the growth and development of lettuce transplants, but the plant response to the treatment was cultivar dependent.

**Key words:** lettuce, Rivergreen®, morphological traits, transplants

## Rast i razvoj presadnica kupusa pod utjecajem tretmana s *Rivergreen*<sup>®</sup>-om

Boris Ravnjak, Tomislav Vinković, Monika Tkalec Kojić, Miro Stošić, Mateja Blažević

*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: bravnjak@fazos.hr*

### Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinak tretmana s *Rivergreen*<sup>®</sup> – om na rast i razvoj presadnica kupusa. *Rivergreen*<sup>®</sup> je novi hrvatski proizvod dobiven mljevenjem i tribomehaničkom aktivacijom kamenog sedimenta rijeke Drave. U istraživanju je korišteno sjeme kupusa sorti Varaždinski i Bijeli futoški domaći te je praćen rast i razvoj kupusa do faze presadnica. Sjeme je posijano u plitice napunjene sa čistim supstratom ili sa supstratom u koji je dodan pripravak *Rivergreen*<sup>®</sup>. Supstratu je dodan pripravak u koncentraciji 2 %, a tijekom cijelog istraživanja *Rivergreen*<sup>®</sup> je dodatno doziran zalijevanjem s vodenom otopinom koncentracije 0,25 %. Nakon sjetve, biljke su rasle u klima komori u režimu 16h svjetlosti i 8h tame. Pokus je postavljen kao monofaktorijski po split-plot shemi s 4 ponavljanja. Na kraju provedbe pokusa koji je trajao 35 dana od dana sjetve, kupus je uzorkovan i to u fazi 4-5 pravih listova. Izmjereni su pojedini morfološki pokazatelji rasta i razvoja presadnica nakon završetka pokusa i to visina stabljike, broj, dužina i širina listova te svježa i suha masa nadzemnog dijela. Statističkom obradom podataka je utvrđeno kako je tretman s *Rivergreen*<sup>®</sup>-om djelovao pozitivno na rast i razvoj ispitivanih sorata kupusa. Kod sorte Varaždinski, tretman s *Rivergreen*<sup>®</sup>-om je povećao svježju (3,28 > 2,55 g) i suhu masu (0,31 > 0,23 g) u odnosu na kontrolu. Također, i kod sorte Bijeli futoški domaći je došlo do povećanja svježje (3,13>2,40) i suhe (0,29>0,21) mase presadnica koje su bile pod utjecajem tretmana s *Rivergreen*<sup>®</sup>-om u odnosu na kontrolu. Visina stabljike do prvog grananja kod obje sorte nije bila pod utjecajem tretmana s *Rivergreen*<sup>®</sup> - om kao niti broj i širina listova sorte Varaždinski. Broj listova (4,50 > 4,12) sorte Bijeli futoški domaći bio je pod utjecajem tretmana te je bio značajno veći kod tretiranih presadnica. Širina listova navedene sorte nije bila pod utjecajem tretmana. Sorta Varaždinski kupus razvila je značajno duže listove (8,44>7,65) u slučaju tretmana s *Rivergreen*<sup>®</sup>-om dok tretman s *Rivergreen*<sup>®</sup>-om nije utjecao na dužinu listova sorte Bijeli futoški domaći. Iz navedenog se može zaključiti da *Rivergreen*<sup>®</sup> pozitivno utječe na razvoj biomase presadnica kupusa što je preduvjet za optimalni rast i razvoj biljke te konačno prinos, ali je potrebno naglasiti da je odgovor biljke na tretman s *Rivergreen*<sup>®</sup>-om strogo ovisan o sorti tj. biljnoj vrsti što je potvrđeno dodatnim istraživanjima na drugim biljnim vrstama.

**Ključne riječi:** kupus, *Rivergreen*<sup>®</sup>, morfološka svojstva, presadnice



## Cabbage transplants growth and development under the influence of treatment with *Rivergreen*<sup>®</sup>

### Abstract

The aim of this study was to determine the effect of treatment with *Rivergreen*<sup>®</sup> on growth and development of cabbage seedlings. *Rivergreen*<sup>®</sup> is a new product obtained by milling and tribomechanical activation of the Drava river rock sediment. The seeds of two cabbage cultivars were used in this study, cv. *Varaždinski* and cv. *Bijeli futoški domaći*. The seeds were sown in a polystyrene containers filled with non-treated substrate or with substrate in which *Rivergreen*<sup>®</sup> was added. The *Rivergreen*<sup>®</sup> was mixed with substrate at a concentration of 2 %, and throughout the whole growing period *Rivergreen*<sup>®</sup> was additionally added by watering applying 0.25% aqueous solution. Growth and development of cabbage was monitored until the stage of transplants. After sowing, the plants grew in the climate chamber with regime of 16 hours of light and 8 hours of darkness. The experiment was set-up as single-factorial by a split-plot scheme with 4 repetitions per each variant. At the end of the experiment, which lasted 35 days starting from the sowing day, the cabbage was sampled at the stage of 4-5 true leaves. Certain morphological parameters of the transplants were measured after the experiment was completed, namely the stem height, the number, length and width of the leaves as well as the fresh and dry weight of the aboveground part. Statistical analysis of data showed that treatment with *Rivergreen*<sup>®</sup> had a positive effect on the transplants growth and development of the investigated cabbage cultivars. In the cv. *Varaždinski*, *Rivergreen*<sup>®</sup> increased both fresh (3.28 > 2.55 g) and dry weight (0.31 > 0.23 g) compared to control plants. Also, in the cv. *Bijeli futoški domaći* there was an increase of fresh (3.13 > 2.40) and dry weight (0.29 > 0.21) of seedlings that were affected by *Rivergreen*<sup>®</sup> treatment compared to control. Stem height in both varieties was not affected by the treatment with *Rivergreen*<sup>®</sup> as well as the number and width of leaves of the cv. *Varaždinski*. The number of leaves (4.50 > 4.12) of the *Bijeli futoški domaći* was under the influence of the treatment and was significantly higher in treated plants. Further, the leaf width of the specified variety was not affected by the treatment. Cv. *Varaždinski* developed significantly longer leaves (8.44 > 7.65) in the case of *Rivergreen*<sup>®</sup> treatment, while *Rivergreen*<sup>®</sup> treatment did not affect the leaf length of the other cultivar. At the end, it can be concluded that *Rivergreen*<sup>®</sup> positively affects by increasing cabbage transplants biomass which is important for the future optimal growth and development of the plant and finally yield. However, it should be emphasized that the plant response to *Rivergreen*<sup>®</sup> strictly depends on variety or plant species which has been confirmed by additional investigations on other vegetable species.

**Keywords:** cabbage, *Rivergreen*<sup>®</sup>, morphological traits, transplants

## Utjecaj različitih podloga na broj i masu zaperaka kod kultivara Merlot i Frankovka (*Vitis vinifera* L.) u vinogorju Đakovo

Toni Kujundžić, Mato Drenjančević, Aleksandar Stanisavljević,  
Dejan Bošnjak, Karolina Vrandečić, Vladimir Jukić

*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: toni.kujundzic@fazos.hr*

### Sažetak

Istraživanje je provedeno tijekom 2018. godine na vinogradarsko-vinarskom pokušalištu Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek smještenom u Mandićevcu, vinogradarska regija Istočna kontinentalna Hrvatska, podregija Slavonija, vinogorje Đakovo. Vinograd je posađen 2013. godine uz razmak sadnje 2,2x0,8 m. Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj podloge na broj i masu zaperaka kod kultivara Merlot i Frankovka (*Vitis vinifera* L.). Ispitivane podloge su uključivale SO4 i Binovu. Metodom slučajnog odabira odabrano je 30 trsova od svake podloge za mjerenja. Najveći prosječni broj zaperaka izmjereno je na podlozi Binova (36,5) kod kultivara Frankovka, a najmanji broj zaperaka izmjereno je kod kultivara Merlot na podlozi Binova (28,3). Najveća prosječna masa zaperaka izmjerena je kod kultivara Merlot na podlozi SO4 (222g), a najmanja prosječna izmjerena masa iznosila je (165g) kod Frankovke na podlozi Binova. Utvrđeno je da ne postoje statistički značajne razlike između ispitivanih podloga i njihovog utjecaja na broj i masu zaperaka kod kultivara Merlot i Frankovka.

**Ključne riječi:** podloga, zaperak, Merlot, Frankovka

### Influence of different rootstocks on the number and mass of shoots in cultivars Merlot and Blaufraenkisch (*Vitis vinifera* L.) in Đakovo vineyards

### Abstract

The research was carried out in 2018 on the wine growing and winemaking experimental fields owned by Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek located in Mandićevac, the vineyard region of Eastern continental Croatia, subregion of Slavonia, Đakovo vineyards. The vineyard was planted in 2013 with a planting distance of 2.2 x 0.8 m. The aim of the research was to determine the influence of the rootstock on the number and weight of the shoots in the cultivars Merlot and Blaufraenkisch (*Vitis vinifera* L.). The investigated rootstocks included SO4 and Binova. By random selection method 30 plants were selected from each rootstocks. The highest average number of shoots was measured on the Binova rootstock (36.5) in cultivar Blaufraenkisch, and the smallest number of shoots was measured on the Binova rootstock in Merlot cultivar (28.3). The highest average shoots mass was measured in the Merlot cultivar on SO4 rootstock (222g), and the lowest average shoots mass was (165g) at Binova rootstock in cultivar Blaufraenkisch. There were no statistically significant differences between the investigated rootstocks and their influence on the number and weight of shoots in cultivars Merlot and Blaufraenkisch.

**Key words:** rootstocks, shoots, Merlot, Blaufraenkisch

## Prinos zrna kasnih hibrida kukuruza certificiranih tijekom 2018. godine u Republici Hrvatskoj

Goran Jukić, Krešimir Sunjić, Ivan Varnica, Krunoslav Dugalić, Ivana Rukavina

*Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu Osijek,  
Ivana Gundulića 36b, Hrvatska, e-mail: goran.jukic@hapih.hr*

### Sažetak

Zbog sve učestalijih izraženih promjena u vremenskim prilikama koje su posljedica klimatskih promjena (sušni uvjeti i ekstremno visoke temperature) i nedostatka oborina javlja se potreba procjene prinosa različitih hibrida i njihove reakcije na stresne uvjete. Cilj istraživanja bio je utvrditi hibride s najvećim prinosima tolerantnim na stresne uvjete na lokaciji Osijek uz istu agrotehniku. Tijekom 2018. godine na lokaciji Osijek (N 45°31', E 18°40') na eksperimentalnoj površini Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu – Centru za sjemenarstvo i rasadničarstvo obavljena su istraživanja s različitim hibridima certificiranih u 2018. godini kako bi se utvrdio prinos zrna. Tijekom ispitivanja korištena je standardna agrotehnika za kukuruz, a hibridi su sijani na sklop prema preporuci oplemenjivača. Ukupno je u 2018. godini certificirano deset različitih hibrida kukuruza FAO grupe 600 domaćih i stranih selekcijskih kuća. Pokus je postavljen u dva ponavljanja na eutrično smeđem tlu, a podatci su dobiveni jednofaktorijalnom analizom varijance za potpuni blok sustav (RCDB) te su utvrđene statistički visoko opravdane razlike ( $P < 0,01$ ) među ispitivanim hibridima. Prosječni prinos zrna na bazi 14% vlage iznosio je  $14,536 \text{ t ha}^{-1}$ , a kretao se u rasponu od  $10,747 \text{ t ha}^{-1}$  do  $17,108 \text{ t ha}^{-1}$ . U godini ispitivanja količine oborina bile su manje za 90,0 mm, a temperatura zraka viša za 2°C u odnosu na višegodišnji prosjek lokacije. Dobiveni podatci mogu poslužiti proizvođačima prilikom izbora hibrida FAO 600 u godinama s očekivanim manjom količinom oborina i većom temperaturom zraka u odnosu na višegodišnji prosjek.

**Cljučne riječi:** prinos zrna, kukuruz, FAO 600, certifikacija, vremenske prilike

## Maize yield of late hybrids certified during year 2018. in Republic of Croatia

### Abstract

Due to more frequent changes in weather conditions resulting from climate change (dry conditions and extremely high temperatures) and lack of rainfall, there is a need to estimate the yield of different hybrids and their reaction to stress conditions. The aim of the research was to identify hybrids with the highest yields tolerant to stress conditions at Osijek location with the same agrotechnics. During the year 2018 on the experimental area of Croatian Agency for Agriculture and Food – Center for Seed and Seedlings on location Osijek (N 45°31', E 18°40'), research was conducted with various hybrids which were declared in 2018 in order to determine grain yield. During the research standard agrotechnics was used for all maize hybrids and hybrids were sown on set according to the breeders recommendation. In 2018 ten different maize hybrids of FAO Group 600 from domestic and foreign breeders were declared in total. The experiment was set up in two replications on eutric brown soil, and the data were obtained by single-factor analysis of variance for the complete block system (RCDB) and statistically highly justified differences ( $P < 0.01$ ) were found among the tested hybrids. Average yield based on 14% moisture content was  $14,536 \text{ ha}^{-1}$ , and ranged from  $10,747 \text{ ha}^{-1}$  to  $17,108 \text{ ha}^{-1}$ . In year of research precipitation was lower by 90.0 mm and the air temperature increased by  $2^\circ\text{C}$  compared to the multi-year location average. The obtained can serve producers in choosing FAO 600 hybrids in years with the expected lower precipitation and higher air temperature in relation to a multi-year average.

**Key words:** grain yield, maize, FAO 600, certification, weather conditions

## Usporedba karakteristika kokičanja više hibrida kukuruza kokičara različitim metodama

Bojan Stipešević, Bojana Brozović, Danijel Jug, Irena Jug,  
Boris Đurđević, Vesna Vukadinović, Anamarija Banaj

*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,  
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska, email: bojans@fazos.hr*

### Sažetak

Kukuruz kokičar od drugih tipova kukuruza razlikuje karakteristična promjena volumena zrna nakon izlaganja visokim energijama, što se još naziva i kokičanje. Karakteristike koje se mjere za ocjenu svakog hibrida kukuruza kokičara, osim visine uroda, jesu i volumen ekspanzije pri kokičanju, oblik kokice, te udio neiskokanih zrna, a što je podložno kako genetskim faktorima samog kultivara (veličina zrna, kemijski sastav zrna), tako i udjelu vlage zrna, oštećenjima zrna, no, također i metodi samog izlaganja zrna visokim temperaturama, kao i trajanju samog procesa kokičanja. Standardizirana metoda mjerenja ekspanzije osniva se na kokičanju u posudi putem zagrijavanja ulja, no, zamjera joj se sporost i nepraktičnost. Alternativni način kokičanja jest putem aparata na vrućizrak, brza metoda kojom je moguće ispitati karakteristike kokičanja zrna kokičara za sve vrijeme dorade i skladištenja zrna kukuruza kokičara, te, sve rasprostranjenija u masovnoj konzumaciji kukuruza kokičara, upotreba mikrovalnih pećnica, koja preuzima primat u načinu konzumiranja kukuruza kokičara, kako zbog brzine pripreme, tako i zbog dužine zadržavanja željenih svojstava proizvoda nakon pakiranja, te mogućnosti dodavanja različitih okusa. U ovom istraživanju usporedno su provedena kokičanja šest komercijalnih hibrida kukuruza kokičara (Bulut OS, B12139, B1214, N1H262, B14262 i B0860) putem tri metode: K1) kokičanje u posudi s uljem, K2) aparat na vrućizrak, te K3) mikrovalna pećnica, u četiri ponavljanja. Za sve tri metode kokičanja korištena je ista težina zrna (77 g) s istom vlagom zrna (13.5%), a za metode kokičanja u posudi i u mikrovalnoj pećnici dodatno je upotrijebljena ista količina ulja (21 g) i kuhinjske soli (2 g), zasnovano na normativima za pripremu pakovina za mikrovalnu pećnicu. Vrijeme kokičanja za metodu zagrijavanja u ulju i na vrućizrak ovisilo je o procjeni kraja kokičanja za svaki uzorak posebno, dok je za kokičanje u mikrovalnoj pećnici korištena ista postavka same pećnice za pripremu kokica za sve uzorke. Volumen ekspanzije mjeren je putem mjerne posude, dok je broj neiskokanih zrna mjeren prebrojavanjem istih. Rezultati su pokazali da postoje razlike volumena kokičanja i broja neiskokanih zrna među kultivarima, gdje je najveći volumen kokičanja postigao N1H262 a najmanji B0860, koji je ujedno imao i najviše neiskokanih zrna. Razlike između metoda kokičanja nisu bile signifikantne, što navodi na zaključak da su metode ispitivanja volumena ekspanzije kukuruza kokičara komplementarne za istu masu zrna.

**ključne riječi:** kukuruz kokičar, metoda kokičanja, volumen ekspanzije, neiskokana zrna

## Comparison of popping characteristics of several popcorn hybrids by different methods

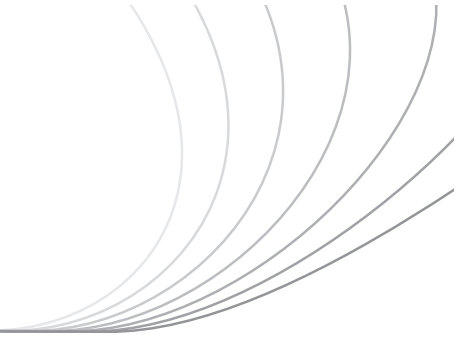
### Abstract

Popcorn maize differs from other maize types by a possibility of grain volume change after high energy exposure, which is also referred to as popping. The characteristics that are measured for the evaluation of each maize hybrid, besides the grain yield, are also popping volume, the form of popped popcorn, and the number of unpopped grains, all of which are susceptible to genetic factors of the cultivar itself (grain size, chemical composition of grains), the content of grain moisture, and grain damages, but also the methods of grain exposure to high temperatures, as well as the duration of the exposure process itself. The standardized method of measuring the expansion is based on a heating oil in the pot, but it is slow and impractical. An alternative method of heating is by means of a hot air appliance, a quick method of examining the popping characteristics during all phases of grain cleaning and storing of popcorn, and more popular in wide consumption of popcorn, the use of microwave ovens, which takes on primacy in the way of popcorn consumption due to the speed of preparation, as well as the length of keeping the desired properties of the product after packaging, together with the ability of adding different flavors. In this study, six commercial popcorn hybrids (Bulut OS, B12139, B1214, N1H262, B14262 and B0860) were scattered through three methods: heating by oil in pot, a hot air machine and a microwave oven, all done in four repetitions. For all three methods of popping, the same weight of grain (77 g) was used with the same grain moisture (13.5%), while the same amount of oil (21 g) and kitchen salt (2 g) was used additionally for heating methods by oil in the vessel and microwave oven, in accordance with the normatives for the preparation of the microwave oven packages. The heating time for the heating method in oil and hot air depended on the appraisal of the end of the popping for each sample separately, while for cooking in the microwave oven the same popcorn setting of the cooking oven for all samples was used. The popping volume was measured by measuring vessel, while the number of unpopped grains was counted. The results showed that there were differences in the volume of popping and the number of unpopped grains among cultivars, where the highest popping volume was achieved by N1H262 and the smallest by B0860, which also had the most unpopped grains. The differences between the popping methods were not significant, which suggests that methods of testing the volume of the popcorn expansion are complementary for the same grain mass.

**Keywords:** popcorn, popping methods, popping volume, unpopped grains



## Section II



## **Animal production**

**Animalna proizvodnja**





## Utjecaj korištenja selenom fortificiranog kukuruza u hrani kokoši na profil masnih kiselina u jajima

Kralik Zlata, Grčević Manuela

*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska, e-mail: Zlata.Kralik@fazos.hr*

### Sažetak

U istraživanju utjecaja korištenja selenom fortificiranog kukuruza u smjesama za nesilice na profil masnih kiselina u jajima korišteno je ukupno 60 kokoši pasmine hrvatica podijeljenih u 3 skupine (K, P1 i P2). Nesilice su hranjene gotovim krmnim smjesama koje su izbalansirane na 18% sirovih proteina i 11,40 MJ ME/kg hrane. Kontrolna skupina nesilica dobivala je komercijalnu krmnu smjesu, dok je kod pokusnih skupina kod sastavljanja smjesa korišten kukuruz folijarno fortificiran selenom u dvije razine: P1=10 g Se ha<sup>-1</sup> i P2= 20 g Se ha<sup>-1</sup>. Nakon 4 mjeseca hranidbe nesilica pripremljenim smjesama utvrđeno je da jaja kontrolne skupine imaju manji udio ukupnih SFA u odnosu na jaja pokusnih skupina (K=35,87%; P1=39,89% i P2=39,84%; P<0,05). Korištenje tretmana imao je statistički značajan utjecaj (P<0,05) i na ukupne MUFA, koje su bile u većem postotku zastupljene u kontrolnoj skupini (48,50%) u odnosu na skupinu P2 (42,80%). Udjeli ukupnih n-6 i n-3 PUFA bili su statistički značajno veći u P2 skupini u odnosu na skupinu P1 (n-6 PUFA 13,29% odnosno 11,78%) te skupinu K (n-3 PUFA 3,45% odnosno 4,07%). Omjer n-6/n3 PUFA bio je povoljniji u žumanjcima jaja pokusnih skupina u odnosu na kontrolnu (P>0,05).

**Cljučne riječi:** fortifikacija, kukuruz, selen, jaja, masne kiseline

### Uvod

Selen je važan mikroelement neophodan za normalnu funkciju ljudskog i životinjskog organizma. U prirodi se može naći u dva oblika anorganskom (selenat Se+6 i selenit Se+4) i organskom (selenometionin-SeMet i selenocistein-SeCys). U literaturi se navodi da je u hranidbi životinja učinkovitije dodavati organski oblik selena, jer se on ugrađuje u niz selenoproteina uključenih u nekoliko važnih metaboličkih aktivnosti kao što je sinteza hormona štitnjače i antioksidativna aktivnost (Payne i sur., 2005.). Akumulacija selena u hrani povezana je sa njegovim sadržajem u tlu odnosno biljkama. Nothstein i sur. (2016.) navode da trenutno, milijarda ljudi diljem svijeta na dnevnoj bazi ne unosi dovoljnu količinu selena. Razlog neadekvatnog unosa selena u prehrani na dnevnoj bazi su tla siromašna selenom, a zabilježena su u nekim zemljama kao na primjer Švedska, Finska, SAD i Kina (Malagoli i sur., 2015.). Vrlo niska koncentracija selena zabilježena je i u tlima istočne Hrvatske, a kretala se u rasponu od 0,09-0,52 mg/kg (Kralik i Lončarić, 2017.). Vodeći se činjenicom da je tlo deficitarno Se, ali i drugim važnim mikroelementima, znanstvenici su u uzgoju ratarskih kultura kombinirali različite konvencionalne tehnike i biotehnologije u cilju poboljšanja kvalitete usjeva. Na novoj tehnologiji temelji se nova strategija za rješavanje nedostataka različitih nutrijenata u hrani. Navedenu strategiju nazvali su bio-

fortifikacija ili fortifikacija. U prehrani ljudi osim mikroelemenata važni su i drugi nutrijenti, a jedan od dugo istraživanih su omega-3 masne kiseline. Na tržištu diljem svijeta nalazi se takozvana funkcionalna ili dizajnirana hrana, a peradarski proizvodi, meso i jaja, jedni su od vodećih u kojima je postignuto vrlo povoljno povećanje sadržaja omega-3 masnih kiselina (Haug i sur., 2007.; Kralik i sur., 2010.; Kralik i sur., 2018.). S obzirom na to da selen ima važnu ulogu u metabolizmu, može se pretpostaviti da viša razina selena u hrani životinja utječe na nešto produktivniju sintezu omega-3 masnih kiselina (eikozapentaenska-EPA, dokozapentaenska-DPA i dokozaheksaenska-DHA) iz  $\alpha$ -linolenske ( $\alpha$ -LA) ili se smanjuje brzina razgradnje-oksidacije navedenih masnih kiselina pa je radi toga povećana njihova koncentracija u tkivima (Haug i sur., 2007). Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj korištenja selenom fortificiranog kukuruza u hrani nesilica na profil masnih kiselina u jajima.

### Materijal i metode

U istraživanju je korišteno ukupno 60 nesilica autohtone pasmine hrvatica. Kokoši su podijeljene u tri pokusne skupine (K, P1 i P2) po 20 nesilica u svakoj skupini. Nesilice skupine K dobivale su smjesu standardnog sastava, dok je kod sastavljanja smjese za nesilice pokusnih skupina korišten kukuruzhibrida Bergxxon (RWA, FAO grupa 400), fortificiran na dvije razine (P1=10 g Se ha<sup>-1</sup> i P2= 20 g Se ha<sup>-1</sup>). Kod pokusnih skupina korišten je posebno pripremljen premiks bez dodatka selena. Sastav krmne smjese, ukupne masne kiseline i sadržaj selena prikazan je u Tablici 1. Smjese su bile izbalansirane na 18% sirovih proteina i 11,40 MJ ME/kg hrane. Trajanje eksperimentalnog perioda bilo je 4 mjeseca, kada su uzorkovana jaja za analizu masnih kiselina.

Tablica 1. Sirovinski sastav krmnih smjesa korištenih u hranidbi nesilica

Sastojak (%)	Smjesa		
*Kukuruz	56,5		
Sojina sačma 46	17,5		
Suncokretova sačma 33	7,5		
Stočni kvasac	2,5		
Ulje suncokretovo	1,5		
Vapnenac	9,5		
<sup>1</sup> Premix	5,0		
Ukupno	100		
Sastav masnih kiselina			
ΣSFA	21,03		
ΣMUFA	26,95		
Σn-6 PUFA	48,33		
Σn-3 PUFA	3,73		
Omjer n6/n3	13,08		
Pokusne skupine	K	P1	P2
Sadržaj Se mg/kg hrane	0,2332	0,2024	0,4264

\*Kukuruz u pokusnim krmnim smjesama fortificiran je folijarno sa selenom kako je opisano u tekstu iznad tablice, a premiks je korigiran također prema opisu u tekstu iznad tablice.

<sup>1</sup>Premix: Vit.A (E 672) 240.000 i.j., Vit.D3 (E 671) 30.000 i.j., Vit.E (E 3a700, DL- $\alpha$  tokoferol acetat) 200 mg, Vit.K3 45 mg, Vit.B1 40 mg, Vit.B2 80 mg, Vit.B6 (3a831) 40 mg, Vit. B12 200 mcg, Vit.C (E 300) 300 mg, Niacin 600 mg, pantotenska kiselina 140 mg, folna kiselina 10 mg, biotin 1 mg, kolin klorid 10.000 mg, željezo (E 1, FeSO<sub>4</sub>xH<sub>2</sub>O) 725 mg, jod (E 2, KI) 15 mg, bakar (E 4, CuSO<sub>4</sub>x5H<sub>2</sub>O) 80 mg, mangan (E 5, MnO) 1.500 mg, cink (E 6, ZnO) 1.000 mg, selen (E 8, Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>) 3 mg, antioksidant (BHA, E 320 i EQ, E 324 1.000 mg, Canthaxanthin, E 161g 80 mg, fitaza 5000 CT (6-fitaza, 4a16, EC-3.1.3.26) 5000 OTU, Probiotik 8000 mg.

Koncentracija selena u smjesama analizirana je pomoću PerkinElmer Optima uređaj 2100 DV (Davidowski, 1993). Profil masnih kiselina u jajima određen je na ukupno 9 jaja, tri jaja po skupini. Uzorci žumanjaka pripremljeni su prema metodi Csapo i sur. (1987.), a masne kiseline analizirane su na uređaju Bruker 430-GC (Billerica, MA, SAD), opremljenim s FAMEWAX (RESTEK, Bellefonte, USA) kapilarnom kolonom (30 m x 0.32 mm unutrašnji promjer, 0.25  $\mu$ m film) i plameno-ionizacijskim detektorom. Karakteristični uvjeti rada bili su: temperatura injektora: 220 °C, temperature detektora: 230 °C, protok helija: 25 ml/min. Temperaturni program pećnice: od 50 do 225 °C: 6.0 °C/min, 21 min na 225 °C. Za određivanje pojedinih masnih kiselina u kromatogramu korišten je standard masnih kiselina Supelco 37 Component FAME Mix. Pojedine masne kiseline izražene su u % ukupnih masnih kiselina. Rezultati istraživanja obrađeni su u programu Statistica for Windows version 13.4.0.14. (StatSoft Inc., 2018.). Napravljena je deskriptivna statistika, te analiza varijance (ANOVA). Ukoliko je P vrijednost kod obrade analize varijance bila statistički značajna razlike između skupina testirane su Fisherovim LSD testom.

### Rezultati i rasprava

U Tablici 2 prikazani su rezultati sadržaja masnih kiselina u lipidima žumanjaka jaja ispitivanih skupina nesilica. Iz tablice je vidljivo da korišteni hranidbeni tretmani statistički značajno ( $P < 0,05$ ) utječu na sadržaj stearinske masne kiseline ( $K=9,02\%$  odnosno  $P1=10,79\%$  i  $P2=11,92\%$ ) kao i sadržaj ukupnih zasićenih masnih kiselina u jajima ( $K=38,87\%$  u odnosu na  $P1=39,89\%$  i  $P2=39,84\%$ ). Na sadržaj ostalih zasićenih masnih kiselina u lipidima žumanjaka jaja korišteni hranidbeni tretmani nisu imali utjecaja ( $P > 0,05$ ). Statistički značajno veći sadržaj oleinske masne kiseline utvrđen je u žumanjcima jaja K skupine (45,42%) u odnosu na skupine P1(40,84%) i P2 (39,82%). Nadalje, utvrđen je statistički značajan utjecaj povećanja razine selena u hrani na smanjenje sadržaja ukupnih MUFA u žumanjcima jaja. Tako je najmanji sadržaj MUFA utvrđen u P2 skupini (42,80%), zatim u P1 (44,73%) i K skupini (48,50%). Hranidbeni tretmani imali su utjecaj i na sadržaj linolne masne kiseline i ukupnih n-6 PUFA. Linolna masna kiselina bila je najzastupljenija u jajima P2 skupine (13,00%) u odnosu na P1 i K (11,62% i 11,90%;  $P < 0,05$ ). Ukupne n-3 PUFA bile su statistički značajno više u jajima P2 skupine (13,29%) u odnosu na skupinu P1 (11,78%). Kod sadržaja n-3 PUFA, nije utvrđen statistički značajan utjecaj hranidbenih tretmana na sadržaj  $\alpha$ -linolenske, eikozatrienske i EPA ( $P > 0,05$ ), dok je značajan utjecaj utvrđen kod DHA i ukupnih n-3PUFA ( $P < 0,05$ ). Povećanje sadržaja selena u hrani (skupina P2) povoljno je utjecalo na povećanje sadržaja DHA u žumanjcima jaja u odnosu na kontrolnu skupinu (40,7% odnosno 3,53%). Povoljniji omjer n-6/n-3 PUFA zabilježen je kod jaja pokusnih skupina (3,27) u odnosu na K (3,53). Utjecaj razine selena u hrani na sadržaj masnih kiselina u mesu pilića navode Haug i sur. (2007). Navedeni autori u svom istraživanju također ističu statistički značajan utjecaj razine selena u hrani ( $P < 0,05$ ) na sadržaj EPA, DPA i DHA u mesu pilića. Nadalje, navode da postoji utjecaj razine selena u hrani na sadržaj miristoleinske masne kiseline u mesu brojlera ( $P=0,013$ ).

Tablica 2. Sadržaj masnih kiselina u lipidima žumanjaka (% u sumi masnih kiselina)

Masna kiselina		Skupine		
		K ( $\bar{x} \pm sd$ )	P1 ( $\bar{x} \pm sd$ )	P2 ( $\bar{x} \pm sd$ )
14:0	Miristinska	0,31 ± 0,05	0,36 ± 0,02	0,31 ± 0,04
15:0	Pentadekanska	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,003	0,06 ± 0,04
16:0	Palmitinska	26,01 ± 0,81	28,21 ± 0,52	26,92 ± 0,14
17:0	Heptadekanska	0,17 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,19 ± 0,08
18:0	Stearinska	9,02 ± 1,86 <sup>b</sup>	10,79 ± 0,78 <sup>a</sup>	11,92 ± 1,67 <sup>a</sup>
20:0	Arahidonska	0,06 ± 0,03	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,01
22:0	Behenska	0,25 ± 0,09	0,32 ± 0,03	0,39 ± 0,09
<b>ΣSFA</b>		<b>35,87 ± 2,76<sup>b</sup></b>	<b>39,89 ± 1,10<sup>a</sup></b>	<b>39,84 ± 1,78<sup>a</sup></b>
14:1	Miristoleinska	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,001	0,05 ± 0,02
16:1	Palmitoleinska	2,43 ± 0,34	3,35 ± 0,19	2,46 ± 0,23
17:1	Heptadekenska	0,12 ± 0,03	0,10 ± 0,01	0,09 ± 0,01
18:1n9t	Elaidinska	0,10 ± 0,09	0,19 ± 0,01	0,15 ± 0,05
18:1n9c	Oleinska	45,42 ± 4,84 <sup>a</sup>	40,84 ± 1,98 <sup>b</sup>	39,82 ± 2,77 <sup>b</sup>
20:1n9	Eikozenska	0,37 ± 0,21	0,18 ± 0,07	0,23 ± 0,14
<b>ΣMUFA</b>		<b>48,50 ± 5,06<sup>a</sup></b>	<b>44,73 ± 1,77<sup>ab</sup></b>	<b>42,80 ± 2,91<sup>b</sup></b>
18:2n6t	Linolelaidinska	-	-	0,04 ± 0,01
18:2n6c	Linolna	11,90 ± 2,44 <sup>b</sup>	11,62 ± 1,33 <sup>b</sup>	13,00 ± 0,96 <sup>a</sup>
18:3n6	γ-linolenska	0,13 ± 0,09	0,07 ± 0,002	0,10 ± 0,04
20:2n6	Eikozadienska	0,14 ± 0,03	0,08 ± 0,01	0,15 ± 0,02
22:2n6	Dokozadienska	-	0,01 ± 0,001	-
<b>Σn-6 PUFA</b>		<b>12,17 ± 2,55<sup>ab</sup></b>	<b>11,78 ± 1,32<sup>b</sup></b>	<b>13,29 ± 0,97<sup>a</sup></b>
18:3n3	α-linolenska	1,42 ± 0,20	1,56 ± 0,19	1,78 ± 0,29
20:3n3	Eikozatrienska	0,66 ± 0,22	0,75 ± 0,10	0,64 ± 0,16
20:5n3	Eikozapentaenska	0,30 ± 0,08	0,20 ± 0,02	0,35 ± 0,06
22:6n3	Dokozaheksaenska	1,07 ± 0,23 <sup>b</sup>	1,09 ± 0,23 <sup>b</sup>	1,30 ± 0,16 <sup>a</sup>
<b>Σn-3 PUFA</b>		<b>3,45 ± 0,66<sup>b</sup></b>	<b>3,60 ± 0,15<sup>ab</sup></b>	<b>4,07 ± 0,34<sup>a</sup></b>
<b>Σn-6 PUFA / Σn-3 PUFA</b>		<b>3,53 ± 0,63</b>	<b>3,27 ± 0,26</b>	<b>3,27 ± 0,20</b>

K=konvencionalna smjesa za nesilice; P1 folijarna fortifikacija kukuruza s 10 g Se ha<sup>-1</sup> i P2 folijarna fortifikacija kukuruza s 20 g Se ha<sup>-1</sup>

Brojevi u redovima označeni eksponentima <sup>a, b</sup> statistički se značajno razlikuju na razini značajnosti P<0,05.

Dodatak 1,5% suncokretovog ulja u hranu nesilica utjecao je na profil masnih kiselina u jajima ispitivanih skupina. Suncokretovo ulje dodaje se u konvencionalnu smjesu za nesilice radi balansa ME, pa je uočljiv veći sadržaj zasićenih masnih kiselina (palmitinske i stearinske), mononezasićenih (oleinske) i n-6 PUFA. Mnogi autori dokazali su da se zamjenom suncokretovog ulja s lanenim ili ribljim uljem u smjesama za nesilice postiže bolji masno-kiselinski profil u peradskim

proizvodima (Kralik i sur., 2010.; Kralik i sur., 2018.). Sukladno tome Haug i sur. (2007) navode da postoji utjecaj interakcije razine selena i izvora ulja na profil masnih kiselina u mesu pilića. Pretpostavlja se da slab status selena u organizmu može dovesti do povećanja stope razgradnje ili smanjenja sinteze EPA, DPA i DHA (radi intenzivnije oksidacije). Također bi se moglo pretpostaviti da bi povećan unos Se u hranidbi mogao imati praktične implikacije na povećanje sadržaja omega-3 masnih kiselina u organizmu.

### Zaključak

Iz rezultata istraživanja može se zaključiti da korištenje selenom fortificiranog kukuruza u hrani nesilica utječe na sadržaj masnih kiselina u žumanjcima jaja, osobito na povećanje sadržaja DHA. U smjesama za perad preporuča se korištenje selenom fortificiranog kukuruza u kombinaciji s uljima bogatim omega-3 PUFA u cilju proizvodnje jajaobogaćenih sa selenom i omega-3.

### Napomena

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su projekta „Obogaćivanje jaja kokoši hrvatice esencijalnim mikroelementima“ kojeg financira VIP.

### Literatura

1. Csapó, J., Sugár, L., Horn, A., Csapó-Kiss, Z. (1987): Chemical composition of milk from red deer, roe and fallow deer kept in captivity. *Acta Agronomica Hungarica*, 36, 359-372.
2. Davidowski, L. (1993.): PerkinElmer ICP Application Study Number 67.
3. Haug, A., Eich-Greatorex S., Bernhoft A., Wold J.P., Hetland H., Christophersen O.A., Sogn, T. (2007): Effect of dietary selenium and omega-3 fatty acids on muscle composition and quality in broilers. *Lipids in Health and Disease*. 6:29.
4. Kralik, G., Grčević M., Gajčević-Kralik, Z. (2010): Animalni proizvodi kao funkcionalna hrana. *Krmiva* 52(1): 3-13. CAB Direct RN: 201003303051.
5. Kralik, G., Kralik Z., Grčević M., Kralik I., Gantner, V. (2018): Enrichment of table eggs with functional ingredients. *Journal of Central European Agriculture*, 19(1): 72-82.
6. Kralik, Z., Lončarić, Z. (2017.): Obogaćivanje jaja kokoši hrvatice esencijalnim mikroelementima. Priručnik, Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske, Studio HS d.o.o, Osijek, str. 5-36.
7. Malagoli, M., Schiavon, M., Dall'acqua, S., Pilon-Smits EAH. (2015): Effects of selenium biofortification on crop nutritional quality. *Frontiers in Plant Science*, 6:1-5.
8. Nothstein, A.K., Eiche, E., Riemann, M., Nick, P., Winkel, L.H.E., Göttlicher, J., Steining, R., Brendel, R., Brasch, M.V., Konrad, G., Neumann, T. (2016): Tracking selenium assimilation and speciation through the rice plant–nutrient competition, toxicity and distribution. *PLoS One*, 26;1-15.
9. Payne, R.L., Lavergne, T.K., Southern, L.L. (2005): Effect of inorganic versus organic selenium on hen production and egg selenium concentration. *Poultry Sci.* 84, (2); 232-237.
10. Statistica for Windows version 13.4.0.14. (StatSoft Inc., 2018.)

## Influence of using selenium fortified corn in hens' feed on fatty acid profile in eggs

### Abstract

The study of the influence of using selenium fortified corn in hens' mixtures on fatty acid profile in eggs was carried out on a total of 60 hens of hratica breed divided into 3 groups (K, P1 and P2). Hens were fed mixtures that have been balanced to 18% crude protein and 11.40 MJ ME/kg of feed. The control group of hens was fed with a commercial feed mixture, while in experimental groups, during the preparation of mixtures, corn foliarly fortified with selenium in two levels: P1=10 g Se ha<sup>-1</sup> and P2=20 g Se ha<sup>-1</sup>, was used. After 4 months of feeding laying hens with prepared mixtures it was found that the eggs of the control group had a lower proportion of total SFA in respect to eggs of the experimental groups (K=35.87%; P1=39.89% and P2=39.84%; P<0.05). The used treatment had a statistically significant effect (P<0.05) also on the total MUFA, which were present in a higher percentage in the control group (48.50%) compared to the group P2 (42.80%). The proportions of total n-6 and n-3 PUFA were statistically significantly higher in the P2 group compared to the group P1 (n-6 PUFA 13.29% and 11.78%, respectively) and the group K (n-3 PUFA 3.45% and 4.07%, respectively). The ratio of n-6/n-3 PUFA was more favorable in yolks of experimental group eggs compared to the control (P>0,05).

**Key words:** fortification, corn, selenium, eggs, fatty acids

## Klinička slika i liječenje navikularnog sindroma u konja

Vedran Nervo, Marijana Vrbančić, Tatjana Tušek

*Visoko gospodarsko učilište u Križevcima,  
M. Demerca 1, Križevci, Hrvatska, e-mail: vnervo@vguk.hr*

### Sažetak

Navikularni sindrom jedan je od najčešćih uzroka hromosti konja korištenih u sportu i rekreaciji. Predispoziciju imaju konji s malim kopitima, te konji s dugim prstima i suženim, te podvučenim petama. Najčešće se javlja na prednjim nogama, a simptomi hromosti su izraženiji na nozi koja je jače zahvaćena sindromom. Hromost, kao glavni simptom navikularnog sindroma, posljedica je boli u petnom dijelu stopala. Dijagnoza se postavlja na temelju kliničkog pregleda, vodiljnih anestezija, rendgenskog snimanja kopita, a u novije vrijeme i magnetske rezonancije. Liječenje se sastoji od kombinacije korektivnog obrezivanja kopita i potkivanja konja, temedikamentozne i fizikalne terapije, ili kirurškog zahvata kao posljednje opcije.

**Cljučne riječi:** konj, navikularni sindrom, hromost, dijagnoza, liječenje.

### Uvod

Navikularni sindrom jedan je od najčešćih uzroka hromosti sportskih konja. Iako sindromom mogu biti zahvaćene sve pasmine i dobne kategorije konja, najčešće obolijevaju toplokrvni i punokrvni konji u dobi od 7 do 14 godina, te konji pasmine Quarter. Navikularni sindrom je degenerativni poremećaj koji zahvaća navikularnu kost i njene pripadajuće strukture (Pool i sur., 1989., Wright i sur., 1998.). Navikularna kost je mala spljoštena kost nalik plodu sezama koja se nalazi iza kopitnog zgloba, a uloga svake sezamoidne kosti, pa tako i ove, je lakše klizanje tetive, te održavanje stajnih kutova. Osim na navikularnu kost, degenerativni proces utječe i na navikularnu burzu, te duboku fleksornu tetivu. Posljedica sindroma je bilateralna šepavost različitog stupnja, apredispoziciju imaju konji s malim kopitima, te konji s dugim prstima i suženim, te podvučenim petama. Navikularni sindrom najčešći je uzrok hromosti, posebice sportskih grla srednje i starije dobi, no nerijetko obolijevaju i konji mlađih dobnih kategorija (Nervo i sur., 2016.). Prilikom kretanja karakteristično je najprije spuštanje prsta, a zatim petnog dijela kopita, a iskorak je skraćen (Stashak, 1987., Wyn Jones, 1988., Wright, 1993.). Novick (2004.) navodi da najčešće obolijevaju toplokrvni konji, te konji pasmine Quarter. Ovaj proces se najčešće javlja na prednjim nogama. Dyson (2009., 2011., 2013., 2014.) navodi da treniranje i jahanje konja pogoršava situaciju, te da se znakovi hromosti često mogu uočiti jedino prilikom jahanja. Uzrok navikularnog sindroma nije još detaljno razjašnjen. Degenerativne promjene na navikularnoj kosti mogu nastati zbog poremećaja u opskrbi krvlju ili traume na samu kost. Oštećenje se može dogoditi u dubokoj fleksornoj tetivi, navikularnoj burzi ili navikularnim ligamentima, a sve to uzrokuje bol i hromost. Cilj ovoga rada je opisati kliničku sliku i metode liječenja navikularnog sindroma, kao jednog od glavnih uzroka hromosti konja korištenih u sportu i rekreaciji.

## Klinička slika

Navikularni sindrom se teško otkriva u ranoj fazi zbog svog postupnog nastanka. Dolazi do pojačanja hromosti koja je jače prisutna na nozi s jače izraženim degenerativnim promjenama. Sindrom se sastoji od više kliničkih znakova, a najčešći simptom je hromost, kao posljedica boli u petnom području (palmarna regija kopita), te degenerativnih promjena u navikularnoj kosti. Hromost je dužinom trajanja rada sve izraženija, a ovisno o stupnjudegenerativnih promjena u navikularnoj regiji, neki konji hromost iskazuju samo na tvrdom terenu ili unutar malog kruga, dok neki hramaju već i u hodu. Konj s navikularnim sindromom prebacuje veći dio svoje težine na nogu s manje izraženim znakovima sindroma, pa često dolazi do progresivnog pogoršanja sindroma i na drugoj nozi. Vrlo često je vidljiva lagana fleksija karpalnog zgloba, budući da konj na bolnu nogu ne staje punom težinom. Dok hoda, konj s navikularnim sindromom nastoji težinu prebaciti na prst, kako bi izbjegao pritisak na bolnu petu. Iskorak je skraćen, vrijeme zastavljanja konja produženo i doima se kao da konj šepa iz ramena (Novick, 2004; Nervo i sur., 2016.). Prilikom spuštanja noge na tlo konj češće gazi na prst nego na petu (Novick, 2004.). Konji s navikularnim sindromom često prebacuju težinu s noge na nogu u mirovanju, nerado se kreću po tvrdom i neravnom terenu, skraćuju korak, te jače hramaju na krugu, posebice kada se bolnija noga nalazi s unutarnje strane kruga. Dresurni konji s navikularnim sindromom mogu imati poteškoća prilikom produživanja koraka, te prilikom rada na krugu, a preponaši nerijetko odbijaju skok (Nervo i sur., 2016.). Dijagnoza se zasniva na kliničkom nalazu, rezultatu dijagnostičke anestezije i rendgenskom nalazu (Grupa autora.,1976.). Rendgensko snimanje kopita ima veliki značaj u dijagnostici, budući da su na rengenogramu kod konja s razvijenim sindromom vidljive degenerativne promjene na navikularnoj kosti. Vidljivi su prošireni kanali kroz koje prolaze krvne žile, sitne frakture i lezije na rubu navikularne kosti, te cistična i litična područja u kosti (Nervo i sur., 2016.).

## Liječenje

S obzirom na velik izbor veterinarsko – medicinskih proizvoda, te širok pristup liječenju, ono u konja s navikularnim sindromom predstavlja izazov. Svakom bolesnom konjuse pristupa individualno i traži se najadekvatnija terapija, jer terapija koja je pomogla jednom konju ne znači da će pomoći i drugom. Postoji više metoda liječenja navikularnog sindroma, a to su korektivno obrezivanje kopita i potkivanje konja, medikamentozna terapija, koja uključuje sistemske lijekove i lijekove koji se apliciraju u zglob ili navikularnu burzu, fizikalna terapija i operativni zahvat (dezmotomija i neurektomija), kao posljednja opcija (Novick, 2004.).

### *Korektivno obrezivanje kopita i potkivanje konja*

Prema većini studija ono ima najveći značaj u liječenju konja s navikularnim sindromom. U terapiji se uglavnom kombinira medikamentozna terapija i pravilno obrezivanje, te potkivanje konja. Konji zahvaćeni navikularnim sindromom često imaju duge prste, te niske i podvučene pete. Posljedica toga je hromost uzrokovana boli zbog prevelike sile koja djeluje na petni dio kopita, pritom uzrokujući degenerativne promjene na navikularnoj kosti i navikularnoj regiji. Također, dolazi i do opterećenja na završni dio duboke fleksorne tetive. Cilj korektivnog obrezivanja je postići idealan kut i oblik kopita, kako bi sila bila raspoređena na cijelu njegovu površinu, te kako bi bio omogućen mehanizam rada i protok krvi kroz čitavo kopito. Prste treba maksimalno skraćivati, a linija prsta trebala bi biti paralelna s linijom pete. Budući da konji s navikularnim sindromom imaju podvučenu i nisku petu, nju korigiramo odgovarajućim potkovama. Povišenje pete uzrokuje fleksiju distalnoginterfalangealnog zgloba i smanjuje napetost u



dubokoj digitalnoj fleksornoj tetivi, pritisak na navikularnu kost, te stres na kapsulu kopita, čime se smanjuje i mogućnost deformacije iste (Wilson i sur., 2001., Hinterhofer i sur., 2000., Scheffer i Back, 2001.). Velik izbor zatvorenih potkova koristi se u liječenju konja snavikularnim sindromom. Potkove koje se koriste daju potporu peti i smanjuju pritisak na navikularnu regiju. Neke od njih su i povišene u petnom području, kako bi se još više smanjio pritisak na petu i težina prebacila na prst. Najčešće korištene potkove su full bar, egg bar, rolled toe, tennessean avicular, natural balance, libero i slične potkove. Da bi osigurala potporu peti, potkova mora sezati 2-3 cm iza petne linije. Kako bi se peta povisila i omogućila amortizacija petnog područja, između potkove i kopita može se staviti podložak i silikon. Preporuča se da razmak između dva potkivanja ne bude duži od 6 tjedana.

#### *Medikamentozna terapija*

Isoxsuprine je beta-adrenergički agonist koji djeluje na glatku muskulaturu krvnih žila i uzrokuje vazodilataciju (proširenje krvnih žila). Potiče bolju prokrvljenost unutar kopita, ali i cijelog organizma. Uspješno se koristi u liječenju konja s navikularnim sindromom, no valja ga koristiti s oprezom jer povećava frekvenciju rada srca, uzrokuje promjene krvnog tlaka i nadražuje probavni sustav. Ne smije se davati konjima koji imaju poremećaj zgrušavanja krvi i kobilama pred ždrijebljenje. Aplicira se peroralno svakih 12 sati kroz 3 mjeseca u dozi od 0,4 – 1,2 mg/kg (Radostits i sur., 2007.). Zabranjena je njegova primjena kod natjecateljskih konja, a može se dokazati u urinu nekoliko tjedana nakon primjene.

Kortikosteroidi (metilprednizolon acetat, triamcinolon acetamid, betametazon fosfat) se u kombinaciji s hijaluronskom kiselinom injektiraju u navikularnu burzu ili distalni interfalangealni (kopitni) zglob (Waguespack i Hanson, 2011.). Kortikosteroidi djeluju protuupalno, a hijaluronska kiselina podmazuje zglob.

Tildren (tiludronska kiselina) ima značajnu ulogu u liječenju konja s navikularnim sindromom ako je uzrok hromosti povezan s promjenama na navikularnoj kosti. Tiludronska kiselina spada u skupinu bisfosfonata, koji sprječavaju gubitak koštane mase (Waguespack i Hanson, 2011.). Mehanizam djelovanja tiludronske kiseline je inhibicija aktivnosti osteoklasta, što dovodi do sprječavanja resorpcije kosti. Lijek se aplicira intravenozno u dozi od 0.1 mg/kg/dan kroz 10 uzastopnih dana ili jednokratno u dozi od 1 mg/kg. Terapijski učinak počinje nakon 2-4 tjedna, a efekt traje do 6 mjeseci, katkad i duže.

Adequan (glikozaminoglikan) se koristi za ublažavanje i sprječavanje degenerativnih bolesti zglobova. Inhibira enzime koji razgrađuju hrskavicu, smanjuje upalu i stimulira proizvodnju zglobne tekućine (IP1). Aplicira se intramuskularno u dozi od 500 mg svaki 4. dan do 28. dana (7 doza).

#### *Fizikalna terapija*

Shockwave terapija je nova tehnologija koja se koristi u terapiji koštano-mišićnih problema. Potiče i ubrzava proces ozdravljenja, smanjuje upalu, dovodi do neovaskularizacije i djeluje analgetički.

#### *Operativni zahvat*

Zadnja opcija koja se koristi u liječenju konja s navikularnim sindromom je kirurški zahvat. Indiciran je samo ukoliko konj uz uobičajenu terapiju (korektivno obrezivanje i potkivanje konja, medikamentozna, te fizikalna terapija) ne pokazuje poboljšanje. Izvodi se dezmotomija kolateralnih (suspensornih) ligamenata navikularne kosti i neurektomijapalmarnih digitalnih živaca

(Novick, 2004.). Dezmotomija uključuje rezanje kolateralnih ligamenata navikularne kosti koji spajaju navikularnu kost s krunskom kosti. Cilj dezmotomije je smanjiti napetost na navikularnu kost i njene ligamente. Neurektomija podrazumijeva izrezivanje stražnjih digitalnih živaca koji detektiraju bol u navikularnoj regiji. Indicirana je samo ukoliko konj ne reagira na ostalu uobičajenu terapiju, a uz to jako hrma. Neurektomijom stražnjih digitalnih živaca dolazi do desenzibilizacije stražnje 2/3 kopita. Izrezuje se 1-2cm živca proksimalno od kolateralne kopitne hrskavice. Negativna strana neurektomije je mogućnost ponovnog srašćavanja krajina živaca, te nastanak bolnog neuroma. Kakobi se smanjila mogućnost nastanka istih, neurektomija se izvodi laserom ili se podvezuje epineurij. Vrlo je važan postoperativni tretman, koji uključuje mirovanje u boksu i šetanje na ruku kroz mjesec dana, te stavljanje bandaza.

### Zaključak

Navikularni sindrom jedan je od najčešćih uzroka hromosti konja korištenih u sportu i rekreaciji, a češće se javlja na prednjim nogama. Sindrom se sastoji od više kliničkih znakova, a najčešći simptom je hromost koja je posljedica boli u petnom području te degenerativnih promjena u navikularnoj kosti. Hromost je dužinom trajanja rada sve izraženija. Liječenje konja s navikularnim sindromom predstavlja izazov, a svakom bolesnom konjupristupa se individualno. Postoji više metoda liječenja navikularnog sindroma, a to su korektivno obrezivanje kopita i potkivanje konja, medikamentozna terapija koja uključuje sistemske lijekove i lijekove koji se apliciraju u zglob ili navikularnu burzu, fizikalna terapija, te operativni zahvat kao posljednja opcija.

### Literatura

1. (IP1): Adequan® i.m. Single dose. luitpoldpharmaceuticals, inc. Animal Health Division.
2. Dyson, S. (2009): The clinician's eye view of hind limb lameness in the horse: technology and cognitive evaluation. *Equine Vet. J.* 41., 99 - 100.
3. Dyson, S. (2011): Can lameness be reliably graded?. *Equine Vet. J.* 43., 379 - 382.
4. Dyson, S. (2013): Equine lameness: clinical judgement meets advanced diagnostic imaging. *Proc. Am. Ass. Equine Practnrs.* 59., 92 - 122.
5. Dyson, S. (2014): Recognition of lameness: man versus machine. *Vet. J.* 201., 245 - 248.
6. Grupa autora (1976): Veterinarski priručnik. Treće izdanje. Poslovno udruženje veterinarskih stanica Zagreb.
7. Hinterhofer, C. H., Stanek, C. H., & Haider, H. (2000): The effect of flat horse shoes, raised heels and lowered heels on the biomechanics of the equine hoof assessed by finite element analysis (FEA). *Journal of Veterinary Medicine Series A.* 47(2), 73 - 82. [http://adequan.com/PDF/Adequan\\_i.m.\\_Single\\_Dose\\_and\\_Multi\\_Dose\\_Package\\_Insert\\_2018.pdf](http://adequan.com/PDF/Adequan_i.m._Single_Dose_and_Multi_Dose_Package_Insert_2018.pdf) (11.01.2019.).
8. Nervo, V., Vrbančić, M., Tatjana, T. (2016): Navicular syndrome in horses. 9th international scientific/professional conference "Agriculture in nature and environment protection". Vukovar, 6-8. 06. 2016., Hrvatska, 277-281.
9. Novick, D. (2004): Understanding and Treating Navicular Disease. <http://www.novickdvm.com/navicular.htm> (15.09.2018.).
10. Pool, R.R., Meagher, D.M. and Stover, S.M. (1989): Pathophysiology of Navicular Syndrome. *Vet. Clin. N. Am.: Equine Pract.* 5., 109 - 129.
11. Radostits, O. M., Gay, C. C., Hinchcliff, K. W., & Constable, P. D. (2007): A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. *Veterinary medicine.* 10th ed. London: Saunders, 2057.
12. Scheffer, C. J. W., & Back, W. (2001): Orthopaedics: Effect of 'navicular' shoeing on equine distal forelimb kinematics on different track surfaces. *Veterinary Quarterly,* 23(4), 191 - 195.
13. Stashak, T. (1987): *Adam's Lameness in Horses*, 4th ed., Lea and Febiger, Philadelphia., 499 - 514.
14. Waguespack, R. W., Hanson, R. R. (2011): Treating Navicular Syndrome in Equine Patients. *Compendium: Continuing Education for Veterinarians*, 33, E1 - E10.

15. Wilson, A.M., McGuigan, M.P., Fouracre, L. (2001): The force and contact stress on the navicular bone during trot locomotion in sound horses and horses with navicular disease. *Equine Vet. J.* 33., 159-165.
16. Wright, I. M., Kidd, L. and Thorp, B.H. (1998): Gross, histological and histomorphometric features of the navicular bone and related structures in the horse. *Equine vet. J.* 30., 220 – 234.
17. Wright, I.M. (1993): A study of 118 cases of navicular disease: clinical features. *Equine vet. J.* 25., 488 – 492.
18. Wyn – Jones, G. (1988): *Equine Lameness*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, England., 53 – 64.

## Clinical signs and treating of navicular syndrome in horses

### Abstract

Navicular syndrome is one of the most common causes of lameness in horses used in sports and recreation. Predisposition of syndrome have horses with small hooves and horses with long fingers and narrow and underlined heels. The syndrome mainly affects front legs and symptoms are more pronounced on the leg that is heavily affected by syndrome. Lameness, as the main symptom of navicular syndrome, is the result of pain in the heel of the foot. Diagnosis is based on clinical examination, nerve blocks, x-ray and more recently with magnetic resonance. Treatment consists of a combination of corrective trimming and shoeing, medical and physical therapy and surgery as the last option.

**Keywords:** horse, navicular syndrome, lameness, diagnosis, treatment

## Razvoj metode utvrđivanja genetski otpornih pčela na grinju (*Varroa destructor*)

Marin Kovačić, Boris Lukić, Nikola Raguž, Polonca Margeta, Zlatko Puškadija

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska, e-mail: boris.lukic@fazos.hr

### Sažetak

Medonosna pčela (*Apis mellifera*) glavni je oprašivač brojnih samoniklihi poljoprivrednih biljnih vrsta te kao takva značajno doprinosi očuvanju biološke raznolikosti i visokim prinosima u poljoprivrednoj proizvodnji. Međutim, u posljednjih pola stoljeća u Europi (-26,5%) i Sjevernoj Americi (-49,5%) zabilježen je značajan pad broja pčelinjih zajednica. Istraživanja su pokazala kako je jedan od najznačajnijih uzročnika gubitaka pčelinjih zajednica grinja varoa (*Varroa destructor*). Varoa je uzročnik varooze, bolesti legla i odraslih pčela. Poremećaji koje uzrokuje ovaj nametnik javljaju se u leglu i na odraslim pčelama, a ukoliko se razvije velika populacija, pčelinja zajednica u potpunosti propada. Genetske analize otpornosti pčela na varou započele su još 60-ih godina prošlog stoljeća kada je predložen jednostavni model s dva major gena koji objašnjavaju fenotipsku varijancu za higijensko ponašanje i otklapanje stanica, dva svojstva povezana s otpornošću na varou. Razvojem molekularno-genetskih metoda te detaljnih istraživanja cjelokupnog genoma, utvrđena je značajno složenija genetska osnova, odnosno šest ili sedam lokusa kvantitativnih svojstava (QTL, od engl. Quantitative trait loci) povezanih s ovim svojstvima. Jedno od mogućih rješenja je razvoj jednostavne, brze i jeftine molekularno-genetske metode s kojom bi se mogli utvrditi genotipovi povezani s otpornošću na varou, a s čijim bi rezultatima uzgajivači mogli donositi brze odluke u odabiru matica rodonačelnica. Real-time PCR metoda (PCR, od engl. Polymerase Chain Reaction u „realnom“ vremenu) se temelji na simultanom pristupu u utvrđivanju PCR produkata, koja omogućuje precizno kvantificiranje PCR produkata odnosno genskih sljedova. Razvojem metode s kojom bi se matice mogle genotipizirati prema genima odgovornim za higijensko ponašanje i otklapanje/poklapanje stanica legla, uzgajivači bi mogli provoditi selekciju svojih matica prema otpornosti na varou.

**Ključne riječi:** *Apis mellifera carnica*, *Varroa destructor*, otpornost, genetski markeri

### Uvod

Grinja varoa (*Varroa destructor*) je ektoparazit koji uzrokuje bolest varoozu i jedan je od osnovnih uzročnika gubitaka pčelinjih zajednica u Europi i svijetu. Osim što nanosi izravnu štetu na leglu i pčelama, varoa je jedan od osnovnih vektora u prijenosu virusa. U svijetu postoji nekoliko populacija pčela koje samostalno preživljavaju duže od 17 godina bez tretmana protiv varoe (Locke, 2016.). Značajka ovih populacija koje su stekle otpornost prirodnom selekcijom je niži uspjeh razmnožavanja varoe te adaptivne promjene u ponašanju pčela (Oddie i sur., 2018.). Međutim, temeljni mehanizmi koji dovode do otpornosti još uvijek nisu razjašnjeni (Locke, 2016.). Otpornost na varou povezuje se s različitim svojstvima, a poseban je naglasak usmjeren

na svojstvo higijenskog ponašanja radilica koje uklanjaju mrtvo, bolesno leglo i grinje iz zajednica (Spivak i Reuter, 1998.) te svojstvo otklapanja/poklapanja stanica, kojim pčele otklapaju i ponovno poklapaju stanice legla što posljedično smanjuje uspjeh razmnožavanja grinja (Oddie i sur., 2018.).

Genetske analize higijenskog ponašanja započele su 60-ih godina prošlog stoljeća. Tako je Rothenbuhler (1964.) predložio jednostavni model s dva major gena koji objašnjavaju fenotipsku varijancu za higijensko ponašanje. Pojavom molekularno-genetskih metoda te detaljnijih istraživanja cjelokupnog genoma, utvrđena je značajno složenija genetska osnova, odnosno šest (Spotter i sur. 2016.) lokusa kvantitativnih svojstava povezanih s ovim svojstvima. S obzirom na visok heritabilitet navedenih svojstava, selekcija pčela s izraženim higijenskim ponašanjem i otklapanjem stanica dugoročno je najizglednije rješenje protiv varoe. Međutim, mjerenje ovog svojstva dosta je složeno jer zahtjeva puno rada s mikroskopom i standardizirani protokol mjerenja, stoga ispitivanja ovih svojstava danas provode uglavnom razvojno-istraživačke institucije.

### **Lančana reakcija polimerazom u realnom vremenu**

Lančana reakcija polimerazom u realnom vremenu ili Real-time PCR (R-T PCR, od engl. Real-time Polymerase Chain Reaction) je metoda koja se temelji na uobičajenoj PCR metodi, u kojoj se kratki DNK sljedovi umnožavaju u veliki broj identičnih kopija. Glavna prednost Real-time PCR metode je primjena simultanog sustava što omogućuje precizno kvantificiranje genskih sljedova. Razvojem metode s kojom bi se matice mogle genotipizirati prema genima odgovornim za higijensko ponašanje i otklapanje/poklapanje stanica legla, uzgajivači bi mogli provoditi selekciju svojih matrica prema otpornosti na varou te izravno primjenjivati informacije o genetskim markerima kao kriterij selekcije. Primjenjivost ove metode pokazuju brojna istraživanja na medonosnim pčelama (Blanchard i sur. 2014., Bradford i sur., 2017.) Rezultati objavljenih istraživanja u relevantnim znanstveno-stručnim časopisima, pokazuju značajan genetski utjecaj svojstava higijenskog ponašanja i otklapanja/poklapanja stanica legla na otpornost na varou. Detaljne genetske analize sive pčele u Republici Hrvatskoj uz pomoć genetskih markera do danas nisu provedene, stoga bi razvoj jednostavne i brze metode utvrđivanja genotipova povezanih sa svojstvima higijenskog ponašanja i otklapanja/poklapanja stanica legla omogućilo sustavno unaprjeđenje sive pčele. Za primjenu ove metodologije u uzgoju pčela, potrebno je utvrditi prisutnost i varijabilnost svojstava otpornosti na varou (higijensko ponašanje, otklapanje/poklapanje legla) kod sive pčele u RHte utvrditi prisutnost genotipova povezanih sa svojstvima otpornosti na varou. Na ovaj bi se način uspostavili temelji za razvoj i optimizaciju RT-PCR metode kao jednostavne i brze detekcije genotipova koji imaju izraženu genetsku sklonost prema otpornosti na varou.

### **Metodologija utvrđivanja genetski otpornih pčela na varou**

U svrhu razvoja ove metodologije, potrebno je analizirati pčele iz minimalno 40 košnica. Analizirani uzorak pčela trebao bi sadržavati radilice iz zajednica s visoko izraženim higijenskim ponašanjem i otklapanjem/poklapanjem stanica te radilice iz zajednica s nisko izraženim higijenskim ponašanjem i otklapanjem/poklapanjem stanica. Ocjena svojstva higijenskog ponašanja provodi se pomoću „pin testa“ (Newton i Ostasiewski, 1986.). Za testiranje se koristi model u obliku romba veličine 10x10 cm i poklopljeno leglo u razvojnoj fazi kukuljica bijelih do ljubičastih očiju. Nakon postavljanja modela na okvir, entomološkom iglom usmrćuju se stanice legla, te se okvir vraća u zajednicu u prvobitni položaj. Nakon 8h i 24h u zajednicama se utvrđuje broj neočišćenih stanica te izračunava postotak potpuno očišćenih stanica.

Iz svake se zajednice uzima jedan okvir poklopljenog legla koji služi za ocjenu svojstva otklapanja/poklapanja legla. Stanice legla pažljivo se otvaraju pod stereo-mikroskopom kako bi se utvrdilo jesu li pčele voštani poklopac otklopile i ponovno poklopile. To se utvrđuje pregledom unutarnje strane voštanog poklopca. Poklopac koji nije otklapan, sjajan je s unutarnje strane jer sadrži košuljicu od presvlačenja kukuljice, dok je na otklapanom poklopcu vidljiv nedostatak sjajnog dijela (Boecking i sur., 2000; Harris i sur., 2012). Na taj način moguće je utvrditi udio ukupno otklapanih/poklapanih stanica legla i otklapanih/poklapanih zaraženih stanica legla.

Za potrebe genomske analize potrebno je analizirati DNK pčela za svaki fenotip (zajednice s visoko izraženim higijenskim ponašanjem i otklapanjem/poklapanjem stanica legla te zajednica s nisko izraženim higijenskim ponašanjem otklapanjem/poklapanjem stanica legla). Sekvenciranjem regije oko SNP-ova (SNP, od engl. Single Nucleotide Polymorphisms) moguće je utvrditi njihovu povezanost s navedenim fenotipovima. Za različite genotipove izrađuje se metoda njihove detekcije pomoću qPCR (od engl. Quantitative PCR). Takva, jednostavna i brza metoda moći će se koristiti u uzgoju i selekciji pčela prilikom ranog odabira matice koje imaju genetsku predispoziciju za visoko izražena svojstva higijenskog ponašanja ili otklapanja legla.

### Zaključak

Razvoj jednostavne i brze metode utvrđivanja genotipova povezanih sa svojstvima higijenskog ponašanja i otklapanja stanica omogućilo bi sustavno unaprjeđenje otpornosti sive pčele u Republici Hrvatskoj. Utvrđivanje prisutnosti i varijabilnosti svojstava otpornosti na varou sive pčele važno je s aspekta koristi za uzgajivače i pčelare, primjerice zbog utvrđivanja uzgojnih linija i rodova koji će doprinijeti unaprjeđenju uzgojnog programa i tehnologiji pčelarenja. Rezultati istraživanja genetske varijabilnosti sive pčele prema otpornosti na varou u RH važni su u razumijevanju interakcije genotipova i specifičnih geografskih uvjeta, posebice u budućnosti kada se očekuju negativni učinci klimatskih promjena na brojno stanje pčelinjih zajednica. Rezultati ovakvog istraživanja omogućili bi primjenu genetskih markera kao kriterija selekcije, odnosno primjenu najsuvremenijih znanstveno-stručnih spoznaja u gospodarstvu.

### Napomena

Ovaj rad nastao je kao rezultat projekta „Razvoj metode utvrđivanja genetski otpornih pčela na grinju *Varroa destructor* (VaroGen)“ financiranog od strane Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju.

### Popis literature

1. Boecking, O., Bienefeld, K., Drescher, W. (2000): Heritability of the *Varroa*-specific hygienic behaviour in honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 117, 417-424.
2. Blanchard i sur. (2014.): Identification of Kashmir bee virus in France using a new RT-PCR method which distinguishes closely related viruses. *Journal of Virological Methods* 198, 82–85.
3. Bradford i sur., (2017.): A real-time PCR method for quantification of the total and major variant strains of the deformed wing virus. *PLoS ONE*, 12 (12), e0190017.
4. Harris, J. W., Danka, R. G., Villa, J. D. (2012): Changes in Infestation, Cell Cap Condition, and Reproductive Status of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in Brood Exposed to Honey Bees with *Varroa* Sensitive Hygiene. *Annals of the Entomological Society of America*, 105(3), 512–518.
5. Locke, B. (2016): Natural *Varroa* mite-surviving *Apis mellifera* honey bee populations. *Apidologie*, 47(3), 467-482.
6. Newton, D.C., Ostasiewski, N.J. (1986): A simplified bioassay for behavioral resistance to American foul brood in honey bees (*Apis mellifera* L.). *American Bee Journal*, 126, 278-281.

7. Oddie, M., Büchler, R., Dahle, B., Kovačić, M., Le Conte, Y., Locke, B., de Miranda, J.R., Mondet, F., Neumann, P. (2018): Rapid parallel evolution overcomes global honey bee parasite. *Scientific reports*, 8:7704.
8. Rothenbuhler, W. (1964.): Behaviour genetics of nest cleaning behaviour in honey bees I. Response of our inbred lines to disease killed brood. *Anim. Behav.*, 12, 578-583.
9. Spivak, M. i Reuter, G.S. (1998): Performance of hygienic honey bee colonies in a commercial apiary. *Apidologie*, 29, 291–302.
10. Spotter A., Gupta P., Mayer M., Reinsch N., Bienefeld K. (2016.): Genome-Wide Association Study of a Varroa-Specific Defense Behavior in Honey bees. *Journal of Heredity*, 107(3),220-7.

### **Development of the method of determining genetically resistant beesto *Varroa destructor* mite**

#### **Abstract**

Honey bee (*Apis mellifera* L.) is the main pollinator of numerous wild and agricultural plant species and as such contributes significantly to the conservation of biodiversity and the stable high yields in agricultural production. However, in the last half-century, in Europe (-26.5%) and North America (-49.5%), there has been a significant fall in the number of colonies. Research has shown that mite (*Varroa destructor*) it is one of the most significant causes of colony losses. *Varroa* mite causes varroosis, diseases of brood and adult bees. The damage by mites occur in brood and on adult bees, and if a large population of mites develop, the bee colony will collapse. Genetic analysis of bee resistance towards varroa began in the 60s of the last century, when a simple model with two major genes was suggested explaining the phenotypic variant for hygienic behaviour and brood cell recapping, two traits associated with resistance. With the development of molecular genetic methods and detailed research of the whole genome, a significantly more complex genetic basis, namely six or seven quantitative trait loci (QTL) related to these traits was determined. One of the possible solutions is the development of simple, fast and inexpensive molecular-genetic methods that could identify genotypes associated with resistance, with the results of which breeders could use in making quick decisions in selection. The real-time PCR (Polymerase Chain Reaction in "real-time") is based on a simultaneous approach to PCR product determination, enabling accurate quantification of PCR products or gene sequences. By developing the method by which the queens could be genotyped to genes responsible for hygiene behaviour and recapping of brood cells, breeders could select bees more resistant towards varroa mites.

**Key words:** *Apis mellifera carnica*, *Varroa destructor*, resistance, genetic markers

## Metode genetske karakterizacije pasmine u podvrste *Canis familiaris*

Ivona Djurkin Kušec<sup>1</sup>, Ivica Bošković, Kristina Gvozdanović<sup>1</sup>,  
Domagoj Ševerdija<sup>2</sup>, Minja Zorc<sup>3</sup>, Goran Kušec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska, e-mail: idurkin@fazos.hr

<sup>2</sup>Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku - Odjel za matematiku, Trg Ljudevita Gaja 6, Hrvatska

<sup>3</sup>Biotehnički fakultet Univerziteta u Ljubljani, Groblje 3, Domžale, Slovenija

### Sažetak

Pas (*Canis familiaris*) smatra se prvom od svih životinjskih vrsta i jedinom u porodici *Canidae* koje je udomaćio čovjek. Danas je na svijetu priznato više od 400 pasmina koje se fenotipski izuzetno jasno i dobro razlikuju. Unatoč ovako velikom broju pasmina, većina njih nastala je relativno nedavno izuzetno jakom umjetnom selekcijom na određeni fenotip ili oblik ponašanja, što je rezultiralo većim ili manjim gubitkom genetske varijabilnosti unutar pasmine. Upravo zbog toga od izuzetne je važnosti u smislu očuvanja pojedine pasmine i njezine genetske različitosti karakterizacija iste na molekularnoj razini. Ovo se postiže bilo uporabom mikrosatelitskih biljega, bilo polimorfizama jednog nukleotida (SNP; Single Nucleotide Polymorphism). Usprkos visokoj polimorfnosti i relativnoj niskoj cijeni koštanja, mikrosatelitski biljezi se sve više napuštaju te ustupaju mjesto SNP-ovima, koji su se zbog svog bialelnog karaktera i vrlo visoke informativnosti pokazali prikladnijima za genetsko opisivanje pasmina, ali i otkrivanje gena odgovornih za određeni fenotip, zdravstveno stanje ili oblik ponašanja.

**Ključneriječi:** pas, SNP, mikrosatelitski biljezi, autohtona pasmina

### Uvod

Pas (*Canis familiaris*) smatra se prvom od svih životinjskih vrsta i jedinom u porodici *Canidae* koje je udomaćio čovjek. Početci njegove domestikacije datiraju još od 35000 godina pr.n.e., dok se njihova prava domestikacija dogodila oko 14000 godina pr.n.e. (Galiberti sur., 2011.). Analiza genomske DNA pokazala je kako je domestikacija psa započela na Bliskom istoku te da je njegov jedini predak sivi vuk (Wayne, 1993.). Unatoč samo jednom pretku, kroz ovo iznimno dugo vrijeme danas se na svijetu isprofiliralo više od 400 pasmina (Wilcox i Walkowicz, 1995.), koje su fenotipski izuzetno dobro karakterizirane i opisane.

Pasmina se definira kao grupa unutar vrste sa relativno uniformnim fenotipskim karakteristikama koje su se razvile selekcijom tijekom određenog vremenskog razdoblja (Irion i sur., 2003.). Pasmine pasa originalno su se razvile ovisno o pojedinom geografskom području, gdje su se jedinke odabirale prema poželjnim svojstvima poput vrste - načina ponašanja, veličine ili boje dlake. Danas je poznato da je većina modernih pasmina pasa nastala u 19. stoljeću te, osim



nekoliko izuzetaka u koje pripadaju i pojedine hrvatske pasmine, formiranje pasmina u pasa je u evolucijskom smislu zapravo vrlo nedavni događaj. Jakim i fokusiranim selekcijskim križanjem pasmine su nastale kao posljedica inbridinga i povratnog parenja, što je rezultiralo većim ili manjim gubitkom genetske varijabilnosti unutar pasmine (Parker, 2012.). Ovo je osobito vidljivo u popularnih pasmina, kod kojih često, zbog efekta „popularnog parnjaka“, odnosno uporabe parnjaka koji je u datom trenutku najpoželjniji nositelj određenih eksterijernih osobina ili ponašanja, dolazi do fiksacije jednog ili više takvih svojstava (Akeyi sur. 2010.; Lindblad-Tohi sur., 2005.; Parker i sur., 2009.), uzrokujući i fiksaciju ili gotovo fiksaciju gena odgovornih za njihovu pojavu. Međutim, ovo je imalo i neželjene posljedice, koje se osobito očituju u zdravlju čistokrvnih pasa. Danas je u mnogih pasmina utvrđena visoka pojavnost specifičnih bolesti, poput tumora, dijabetesa, katarakti, gluhoće, sljepoće i slično. Vrlo visoka pojavnost specifične bolesti unutar pojedine pasmine ukazuje na genetski uzrok pri čemu ograničeni broj gena uzrokuje bolesno stanje.

Upravo zbog toga od izuzetne je važnosti u smislu očuvanja pojedine pasmine i njezine genetske različitosti karakterizacija iste na molekularnoj razini. Genetski polimorfizmi, heterozigotnost i filogenija se mogu proučavati uporabom više vrsta genetskih biljega, kao što su kontrolna regija mitohondrijske DNK (mtDNK), mikrosateliti ili polimorfizmi jednog nukleotida (Single Nucleotide Polymorphism, SNP).

Kada govorimo o podvrsti *Canis familiaris*, analiza mtDNA pokazala se učinkovitom samo za otkrivanje razlika između psa i vuka jer je njezina evolucija prespora da bi omogućila otkrivanje genetskih razlika između pojedinih pasmina pasa, osobito zato što ih većina postoji manje od 400 godina (Parker i sur., 2004.). Upravo zbog toga se za genetsku karakterizaciju pasmina unutar gore navedene podvrste upotrebljavaju autosomalni mikrosatelitski biljezi te polimorfizmi jednog nukleotida (Single Nucleotide Polymorphism, SNP), koji se u današnje vrijeme upotpunjuju i tehnikom sekvenciranja cijelog genoma (Whole Genome Sequencing, WGS).

#### *Mikrosatelitski biljezi*

Mikrosateliti su kratke ponavljajuće sekvence nasumično raspoređene po eukariotskom genomu. Zbog svoje izrazite polimorfnosti i visokih razina mutacije te rasprostranjenosti u cijelom genomu, smatraju se dobrim biljezima za proučavanje genetske različitosti unutar pojedine pasmine u svih vrsta životinja. Prva istraživanja na psima uporabom mikrosatelita provedena su uporabom seta od 96 mikrosatelita (Parker i sur., 2004), no novije vrijeme broj mikrosatelitskih biljega potrebnih za genetsku karakterizaciju pasmine se smanjio, što je uvelike smanjilo i cijenu koštanja, ali i vrijeme i jednostavnost njihove laboratorijske i statističke analize. Tako su primjerice Sechi i sur. (2017.) uporabom komercijalnog seta od 10 mikrosatelita uspjeli genetski karakterizirati CaneFonnese, sardinijskog psa ovčara, dok su Dzitsiuk i sur. (2016., 2017.) genetski determinirali Njemačkog ovčara, odnosno mikropopulaciju Francuskog buldoga u Ukrajini uporabom samo šest, odnosno pet mikrosatelitskih biljega. Međutim, komercijalni panel nije se pokazao uvijek učinkovitim vjerojatno zbog rigorozne umjetne selekcije i posljedično smanjenog broja alela na pojedinom mikrosatelitskom lokusu, zbog čega je proširen na 21 polimorfni mikrosatelitski biljeg. Uporabom ovog „proširenog“ panela u skorije je vrijeme genetski karakteriziran Tatranski ovčar (Radko i sur., 2018.), klasificirana španjolska pasmina Podenco Valenciano (San José i sur., 2018.) te genetski opisane četiri talijanske autohtone pasmine pasa (Maremma, Bergamasco, Lupino del Gigante i Oropa ovčar; Bigi i sur., 2015.).

Unatoč svojim prednostima, mikrosatelitski biljezi imaju i određene nedostatke. Neki od njih su pojava nulalela, homoplazija i pojava prevelikog broja alela, koji u tom slučaju zahtijevaju veliki uzorak za analizu. Također, njihove bočne regije ponekad mogu sadržavati mutacije koje mogu stvoriti varijacije jednake duljine te time kompromitirati cjelokupno populacijsko istraživanje (Abdul-Muneer, 2014.).

#### *Polimorfizmi jednog nukleotida (SNP)*

Završetkom genotipizacije kompletnog genoma boksera (Lindblad-Toh i sur., 2005.), započela je faza uporabe naprednih tehnologija u populacijskim istraživanjima kanida. Od tog trenutka pa do danas mikrosateliti se sve više napuštaju te ustupaju mjesta istraživanjima uporabom SNP-ova, čija je prednost u odnosu na mikrosatelitske biljege globalnost, jednostavnost genotipizacije takvog biljega te sposobnost umnožavanja tisuća biljega u samo jednoj reakciji (Parker, 2012.). U trenutku njihova otkrića započela je era GWAS (Genome Wide Association Study) studija uporabom mikročipova, od njihove pojave kada su sadržavali 22362 SNP (Illumina array) do mikročipova visoke gustoće koji danas sadržavaju i do 230000 SNP rasprostranjenih po cijelom genomu. Mikročipovi su se pokazali vrlo učinkovitima kako pri mapiranju pojedinih morfoloških svojstava, tako i pri mapiranju gena koji uzrokuju genetske bolesti, ali i razlike u ponašanju u pojedine pasmine pasa ili između više pasmina. Tako su primjerice Vaysse i sur. (2011.) u sklopu LUPA projekta analizirali 509 jedinki pripadnika 46 pasmina u svrhu istraživanja uzročnika nekih od najčešćih nasljednih bolesti u pasa, dok su Parker i sur. (2017.) genotipizirali 161 pasminu pasa kako bi pokazali njihov razvoj kroz raspodjelu i genetsko miješanje. Slično tome, dubokobioinformatičkom analizom podataka za oko 5500 jedinki pripadnika 101 pasmine utvrđeno je kako je ponašanje vrlo nasljedan skup osobina koji se sastoji od 14 svojstava te da svrstavanje pasa u klastere prema njihovu ponašanju upravo točno rekapitulira njihove genetske odnose (MacLean i sur., 2019.).

U novije su vrijeme uporabom čipova visoke gustoće genetski karakterizirane pasmine Francuski ptičar, Pirinejski tip (Mastrangelo i sur., 2018.), Labrador retriever (Wiener i sur., 2017.), te češki vučji pas (Caniglia i sur., 2018.).

Illumina HD čip sa točno 173 622 potencijalnih podatkovnih točaka predstavlja zlatni standard za mikročipove visoke gustoće u kanida, no unatoč tome limitiran je nižom gustoćom SNP-ova u pojedinim genomskim regijama, njihovom pristranošću te sposobnošću generiranja isključivobialnih varijanti. Stoga u najnovije vrijeme postoji tendencija nadopunjavanja ovih ograničenja podacima dobivenim sekvenciranjem cijelog genoma. Tako su primjerice Dreger i sur. (2016.) kombinacijom podataka iz rodovnika, te podataka dobivenih SNP čip analizom i WGS 90 pasa pripadnika 80 pasmina utvrdili da se, unatoč značajnim varijacijama između pojedinih jedinki, više jedinki pojedine pasmine mogu kombinirati u cilju utvrđivanja homozigotnosti karakterističnih za tu pasminu. Uzimajući ovo u obzir, Lee i sur. (2017) su genetski karakterizirali korejskog kratkorepog psa pasmine Donggyeong te utvrdili za ovu pasminu specifične gene/proteine i njihovu funkciju usporedivši njihov genom s genomima 12 drugih pasmina pasa i 6 srodnih vrsta životinja.

U ovom trenutku glavni su limitirajući čimbenici prilično rijetke upotrebe WGS tehnike njezina visoka cijena koštanja i nedostaci u anotaciji genoma, no za pretpostaviti je da će se narednih godina ova ograničenja prebroditi te da će ova tehnika postati dominantna, kako pri opisivanju pasmina, tako i pri otkrivanju gena odgovornih za bolest, odnosno ponašanje, ne samo u kanida, nego i u svih ostalih vrsta životinja.

### *Projekt „Genetska karakterizacija dviju autohtonih pasmina pasa“*

Prema našem saznanju u Republici Hrvatskoj do sada nije genetski karakterizirana niti jedna od autohtonih pasmina pasa. Stoga je cilj projekta „Genetska karakterizacija dviju autohtonih pasmina pasa“ kojeg financira Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku učiniti duboku bioinformatičku analizu genoma Istarskog kratkodlakog goniča i Posavskog goniča uporabom čipova visoke razlučivosti, što predstavlja veliki iskorak ne samo ulovnoj, već i hrvatskoj kinologiji uopće.

Istarski kratkodlaki gonič i Posavski gonič dvije su autohtone pasmine goniča čije podrijetlo seže još u 14. stoljeće. Pasma Istarski kratkodlaki gonič potječe od stare forme „istočno jadranskog bijelog goniča s oznakama“. Njegovi najstariji prikazi potječu iz razdoblja između 1327. i 1348. godine, a nalaze se u klaustoru Franjevačkog samostana u Dubrovniku, gdje postoji kapitel s četiri psa koji prikazuju ovu staru formu goniča. Posavski gonič prvi puta je prikazan na slici 1474. godine kao „tamnožučkasti pas s visećim ušima“, a potječe od oblika „ilirskog goniča crvene boje s oznakama“ (Orban, 1958.). Njihov je uzgoj poznat u Hrvatskoj od 14. stoljeća, a pasmina je međunarodno priznata 1955. godine. Obje se pasmine smatraju vrlo dobrim goničima u lovu, osobito na divlje svinje. U 2018. godini u Republici Hrvatskoj uzgojeno je 669 štenadi pasmine Istarski kratkodlaki gonič, odnosno 707 štenadi pasmine Posavski gonič (Hrvatski Kinološki Savez, interna komunikacija, 20.02.2019.). Broj oštenjene štenadi u konstantnom je padu u odnosu na 2013. godinu (Pasarić, 2018.), zbog čega je izuzetno važno očuvati ove naše stare autohtone pasmine. Jedan od instrumenata za njihovo upravljanje i očuvanje svakako je i genetska karakterizacija. Projektom će biti obuhvaćeno najmanje 48 jedinki pripadnika svake od navedenih pasmina pasa. Životinje će biti jednako raspoređene prema spolu i u najmanjem mogućem srodstvu prema dostupnim genealoškim podacima. Iz bukalne sluznice jedinkama će biti izolirana DNK, koja će potom biti obrađena uporabom HD (eng. Highdensity) mikročipova gustoće 173622 SNP. Dobiveni rezultati potom će se bioinformatički obraditi u cilju utvrđivanja neravnoteže vezanosti gena (Linkage Disequilibrium, LD), efektivne veličine populacije, regija „Runs of homozygosity“ (ROH) te izračuna stupnja molekularnog inbridinga u istraživanim populacijama. Također, ovi će rezultati biti uspoređeni s rezultatima drugih pasmina pasa preuzetim iz javno dostupnih baza podataka.

Dobiveni rezultati analize genoma dati će tako uvid u genetsku varijabilnost ovih dviju pasmina, što će poslužiti kao vrijedna informacija za upravljanje i očuvanje različitosti Istarskog kratkodlakog i Posavskog goniča te za usporedbu sa genealoškim podacima dostupnim iz pedigrea.

### **Zaključak**

Unatoč svom starom podrijetlu i vrlo ranoj domestikaciji većina je pasmina podvrste *Canis familiaris* nastala kao rezultat umjetne selekcije na određeni fenotip. Ovo, kao i česta uporaba popularnih parnjaka uzrokovala je iznimno nisku varijabilnost i veličinu populacije u mnogih danas poznatih i priznatih pasmina pasa.

Molekularna genetika omogućila nam je uporabu iznimno snažnih alata kojima možemo opisati pasminu i time očuvati njenu genetsku različitost. Za ovu svrhu naročito su se pogodnim pokazali SNP, gdje je uporaba mikročipova visoke gustoće sa ~172 000 SNP raspoređenih po cijelom genomu omogućila ne samo iznimno točnu genetsku karakterizaciju pasmine, već i otkrivanje gena odgovornih za pojedina zdravstvena stanja i oblike ponašanja u pasa, ali i ljudi.

## Literatura

1. Abdul-Muneer, P. M. (2014): Application of Microsatellite Markers in Conservation Genetics and Fisheries Management: Recent Advances in Population Structure Analysis and Conservation Strategies. *Genetics Research International*. Article ID 691759, 11 pages. <https://doi.org/10.1155/2014/691759>.
2. Akey, J.M., Ruhe, A.L., Akey, D.T., Wong, A.K., Connolly, C.F., Madeoy, J., Nicholas, T.J., Neff, M.W. (2010): Tracking footprints of artificial selection in the dog genome. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 107, 1160–1165.
3. Bigi, D., Marelli, S., Randi, E., Polli, M. (2015): Genetic characterization of four native Italian shepherd dog breeds and analysis of their relationship to cosmopolitan dog breeds using microsatellite markers. *Animal*. 9(12), 1921-1928.
4. Caniglia, R., Fabbri, E., Hulva, P., Bolfíková, B.Č., Jindřichová, M., Stronen, A.V., Dykyy, I., Camatta, A., Carnier, P., Randi, E., Galavarni, M. (2018): Wolfoutside, doginside? The genomic make-up of the Czechoslovakian Wolfdog. *BMC genomics*. 19(1):533.
5. Dreger, D.L., Rimbault, M., Davis, B.W., Bhatnagar, A., Parker, H.G., Ostrander, E.A. (2016): Whole-genome sequence, SNP chips and pedigree structure: building demographic profiles in domestic dog breeds to optimize genetic-trait mapping. *Disease Models and Mechanisms*. 9, 1445–1460.
6. Dzitsiuk, V. V., Kruhlyk, S. G., Spirydonov, V. G. (2016): Genetic analysis of German shepherd breed dogs using microsatellite DNA markers. *Animal Breeding and Genetics*. 52, 166-171. Galibert, F., Quignon, P., Hitte, C., André, C. (2011): Toward understanding dog evolutionary and domestication history. *Comptes Rendus Biologies*. 334, 190-196.
7. Dzitsiuk, V.V., Kruhlyk, S.G., Spiridonov, V.G. (2017): Features of genetic variability in microsatellite DNA loci in the French Bulldog dog breed. *Cytology and Genetics*. 51, 291-295.
8. Galibert, F., Quignon, P., Hitte, C., André, C. (2011): Toward understanding dog evolutionary and domestication history. *Comptes Rendus Biologies*. 334, 190 – 196.
9. Irion, D.N., Schaffer, A. L., Famula, T. R., Eggleston, M. L., Hughes, S. S., Pedersen, N. C. (2003): Analysis of Genetic Variation in 28 Dog Breed Populations with 100 Microsatellite Markers. *Journal of Heredity*. 94 (1), 81–87.
10. Lee, D., Lim, D., Kwon, D., Kim, J., Lee, J., Sim, M., Choi, B-H., Choi, S-G., Kim, J. (2017): Functional and evolutionary analysis of Korean bob-tailed native dog using whole-genome sequencing data. *Scientific Reports*. 7, Article number: 17303
11. Lindblad-Toh, K., Wade, C.M., Mikkelsen, T.S., Karlsson, E.K., Jaffe, D.B., et al. (2005): Genome sequence, comparative analysis and haplotype structure of the domestic dog. *Nature*. 43, 803–819.
12. Mastrangelo, S., Biscarini, F., Tolone, M., Auzino, B., Ragatzu, M., Spaterna, A., Ciampolini, R. (2018): Genomic characterization of the Braque Français type Pyrénées dog and relationship with other breeds. *PLoS ONE* 13(12): e0208548.
13. MacLean, E., Snyder-Mackler, N., vonHoldt, B., Serpell, J. (2019): Highly Heritable and Functionally Relevant Breed Differences in Dog Behavior. *bioRxiv* 509315; doi: <https://doi.org/10.1101/509315>.
14. Orban, R. (1958): *Pasmine i sojevi autohtonih goniča Jugoslavije*. Moj pas, Zagreb.
15. Parker, H.G., Von Holdt, B.M., Quignon, P., Margulies, E.H., Shao, S., Mosher, D.S., Spady, T.C., Elkahoul, A., Cargill, M., Jones, P.G., Maslen, C.L., Acland, G.M., Sutter, N.B., Kuroki, K., Bustamante, C.D., Wayne, R.K., Ostrander, E.A. (2009): An expressed FGF4 retrogene is associated with breed-defining chondrodysplasia in domestic dogs. *Science*. 325, 995–998.
16. Parker, H.G., Kim, L.V., Sutter, N.B., Carlson, S., Lorentzen, T.D., Malek, T.B., Johnson, G.S., DeFrance, H.B., Ostrander, E.A., Kruglyak, L. (2004): Genetic structure of the pure bred domestic dog. *Science*. 304, 1160–1164.
17. Parker, H.G. (2012): Genomic analyses of modern dog breeds. *Mammalian Genome*. 23, 19-27.
18. Parker, H.G., Dreger, D.L., Rimbault, M., Davis, B.W., Mullen, A.B., Carpintero-Ramirez, G., et al. (2017): Genomic analyses reveal the influence of geographic origin, migration, and hybridization on modern-dog breed development. *Cell Reports*. 19(4), 697–708.

19. Pasarić, O. (2018): Obilježja uzgoja pasa hrvatskih lovačkih pasmina na području Hrvatske. Diplomski rad. Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek. Osijek.
20. Radko, A., Rubiś, D., Szumiec, A. (2018): Analysis of microsatellite DNA polymorphism in the Tatra Shepherd Dog. Journal of Applied Animal Research, 46:1, 254-256.
21. San José, C., Cárcel, M.J., Tejedor, M.T., Monteagudo, L.V. (2018): Microsatellite DNA markers applied to the classification of the Podenco Valenciano canine breed. Italian Journal of Animal Science. 17 (1), 49-52.
22. Sechi, S., Polli, M., Marelli, S., Talenti, A., Crepaldi, P., Fiore, F., Spissu, N., Dreger, D. L., Zedda, M., Dimauro, C., Ostrander, E. A., DiCerbo, A., Cocco, R. (2017): Fonní'sdog: morphological and genetic characteristics for a breed standard definition. Italian Journal of Animal Science. 16 (1), 22-30.
23. Vaysse, A., Ratnakumar, A., Derrien, T., Axelsson, E., RosengrenPielberg, G., Sigurdsson, S., Fall, T., Seppälä, E.H., Hansen, M.S., Lawley, C.T., Karlsson, E.K., Bannasch, D.L., Vilà, C., Lohi, H., Galibert, F., Fredholm, M., Häggström, O., Hedhammar, A., André, C., Lindblad-Toh, K., Hitte, C., van Steenbeek, F.G., Fieten, H., Leegwater, P.A.J., LUPA Consortium, Webster, M.T. (2011): Identification of Genomic Regions Associated with Phenotypic Variation between Dog Breeds using Selection Mapping. PLoS-Genetics, 7 (10), e1002316.
24. Wayne, R. K. (1993): Molecular evolution of the dog family. Trends in Genetics. 9(6), 218-224.
25. Wiener, P., Sánchez-Molano, E., Clements, D.N., Woolliams, J.A., Haskell, M.J., Blott, S.C. (2017): Genomic data illuminates demography, genetic structure and selection of a popular dog breed. BMC genomics. 18(1), 609.
26. Wilcox, B., Walkowicz, C. (1995) Atlas of dog breeds of the World, 5th ed. T.F.H. Publications, Neptune City.

### Genetic breed characterization in *Canis familiaris*

Dog (*Canis familiaris*) is considered to be the first of all animal species and the only in *Canidae* family domesticated by a human. Today over 400 officially recognised dog breeds exist, each one being phenotypically well characterised and described. Despite this large number of breeds, most of them were developed rather recently by very strong artificial selection on a certain phenotype or form of behaviour, which resulted in more or less loss of genetic variability within a breed. For this reason, it is very important to characterize the breed on a molecular level. This can be achieved using either microsatellite markers or single nucleotide polymorphisms (SNPs). Despite their high polymorphic nature and relatively low cost, microsatellites are being replaced by SNPs in population studies. Due to their biallelic character and very high informativity, SNPs proved to be more suitable for population studies, as well as for detecting genes responsible for certain phenotype, health condition or type of behaviour.

**Keywords:** dog, SNP, microsatellite marker, autochthonous breed

## A Kingdom for a Horse! A Contrastive Analysis of Horse Idioms in English and Croatian

Iva Grubišić Ćurić, Valentina Lepoglavec

*Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek,  
Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: igrubisic@fazos.hr*

### Abstract

The aim of this paper is to provide a contrastive analysis of horse idioms in English and Croatian. For the purpose of this analysis, idioms containing the lexemes *horse* and *konj* were extracted from dictionaries and analyzed against equivalencies between languages. Following the classification proposed by Turk and Opašić (2008), idioms were classified into three groups, as follows: equivalence, partial equivalence, inequivalence. The results indicate that inequivalence is the dominating feature when contrasting English and Croatian horse idioms. Inequivalence accounts for ≈70% of the analyzed idioms. Only ≈14% of the idioms fall into the group equivalence, and ≈17% of the results are identified as partially equivalent. Turk and Opašić (2008) note that even though common human experiences exist, they may still be reflected differently in the idioms of diverse languages. Therefore, inequivalences may be accounted for by experiences or beliefs unique to the speakers of a specific language. Some correspondences may be attributed to language contact.

**Key words:** horse idioms, English, Croatian

### Introduction

Animal idioms have been the subject of extensive research in Croatia<sup>1</sup>. Hansen-Kokoruš (1996) attributes the large number of animal idioms to the fact that the existence of human beings has been inextricably tied to animals since the dawn of time. Animals have therefore also been the subject of fables, myths, and legends (ibid.). Ivanković (2004: 19) states that horse backs made all of the following possible: “the emergence and collapse of civilizations, empire-building, conquest of continents, development of trade, and connected societies”. The first use of horses in agriculture and warfare can be traced back to 3500 to 3000 BC in the Middle East (Ivanković 2004: 21). Furthermore, the ancient Greeks paid special attention to horse breeding and training, where as in ancient Rome horses were even regarded as a status symbol (ibid.). A horse’s function as a working animal is reflected in idioms (e.g. *work like a horse*), as well as in popular culture (e.g. the title of the English sitcom *Only Fools and Horses* derived from the proverb *only fools and horses work*). The importance of horses in combat throughout history is well known and especially emphasized in the well-known line from Shakespeare’s play *Richard III*: “A horse,

<sup>1</sup> Cf. Hansen-Kokoruš, R. (1996), Ljubičić, M. (1994), Vidović Bolt, I. (2011), Vidović Bolt, I., ed. (2014).

a horse, my kingdom for a horse!". It is also noteworthy that the ancient city Bucephala was named after the horse of Alexander the Great called Bucephalus. Likewise, there are stories that the Roman emperor Caligula wanted to appoint his favorite horse Incitatus as consul. The aforementioned speaks in favor of the notion that horses have indeed been perceived as noble and important animals throughout history.

Horses are also prominent creatures in mythologies and religious texts. In Christianity, the Four Horsemen of the Apocalypse ride horses of different color, which symbolize Pestilence, War, Famine, and Death. The winged horse Pegasus from the Greek mythology is another famous mythical creature. Two Slavic gods, Svetovid and Triglav are said to have horses as companions – the first a white, the latter a black one; and the Norse god Odin has an eight-legged horse.

### Methodology

For the purpose of this analysis, a corpus of 24 English and 18 Croatian idioms containing the lexemes *horse* and *konj* was compiled. The idioms were extracted from dictionaries<sup>2</sup> and grouped into categories, according to the compatibility of the idioms' lexical components and in-depth structure (Turk and Opašić, 2008): compatibility of both the lexical components and the in-depth structure, partial compatibility of the lexical components and similarity of the in-depth structure, incompatibility of both aspects.

### Results and discussion

Only 13.88% of the analyzed idioms exhibit compatibility of both their lexical components and in-depth structure. In both languages, devoting efforts to a lost cause is expressed by the idiom *to flog a dead horse* (Cro. *šibatilipsalakonja*), and there is an alternative Croatian idiom *potkivatilipsalakonja* 'to horseshoe a dead horse'<sup>3</sup>.

Horses symbolize strength (*as strong as a horse*, Cro. *jak kao konj*) and hard-work (*work like a horse*, Cro. *raditi kao konj*). Jelaska (2014) states that horses were a symbol of power, as well as working and military animals in the Bible, and believes that the idiom *raditi kao konj* may be of Biblical origin. The idioms *you can lead a horse to water, but you can't make him drink* (Cro. *možete odvesti konja na pojilo, ali ga ne možete natjerati da pije*) both mean that one can help somebody do something, but they cannot be forced to do it. The idioms *a one-horse race* (Cro. *trka jednoga konja*) both indicate a competition wherein there is just one competitor who has a real chance of winning, and may originate in equestrian sports.

Partial equivalence, i.e., correspondences between the lexical components and the in-depth structure, accounts for 16.66% of the analyzed idioms. The advice not to be ungrateful for a gift is expressed by partially equivalent idioms in both languages (*don't look a gifted horse in the mouth*, Cro. *poklonjenom konju ne gleda se u zube*), with a difference in the lexical components: the English idiom contains the lexeme *mouth*, whereas the Croatian idiom contains the lexeme *zubi* 'teeth'. In both languages, being famished is compared to the ability to eat a large animal (*I could eat a horse*<sup>4</sup>, Cro. *mogla bih pojesti vola*), the difference being the lexemes *horse* and

<sup>2</sup> Baza frazema hrvatskoga jezika (<http://frazemi.ihj.hr/>), Berce, S. (2008), Fink Arsovski, Ž. (2017), Hrvatskijezični portal (<http://hjp.znanje.hr/>), Matešić et al. (1988), Menac, A., Fink Arsovski, Ž., Venturin, R. (2014), Oxford Dictionaries (<https://en.oxforddictionaries.com/>).

<sup>3</sup> Examples are written in cursive, and their literal translation into English is provided in single quotation marks. The abbreviation Cro. stands for the Croatian language.

<sup>4</sup> The etymology of the idiom I could eat a horse is unclear; however, it may have nothing to do with the animals' size, but rather with the fact that horses were not a preferred source of meat.

*vol 'ox'*, and possibly the in-depth structure, i.e., horses are not a preferred source of meat, but ox meat is consumed in Croatia. Therefore, the Croatian idiom is presumably motivated by the size of the animal. A *knight in shiny armor* (Cro. *princ/vitez na bijelom konju*) is a savior or an ideal partner, in which case the in-depth structure is similar, yet the lexical components differ: in contrast to the Croatian idiom, which contains the syntagm *bijeli konj* 'white horse', the English idiom does not contain the lexeme *horse*. Doing something in the wrong order is reflected in the English idiom *to put the cart before the horse*, and the Croatian idiom *metati kola pred rudu*. The difference being the lexical components, as the Croatian idiom does not contain the lexeme *konj* 'horse', and the reversed order is depicted by putting the shafts before the wagon. It is also worth noting that ignorance may be expressed by the Croatian idiom *glup kao konj* 'as stupid as a horse', whereas in English it is another member of the Equidae family (*as stupid as a donkey/ass*). In contrast to Croatian, the English phrase *horse sense* denotes common sense.

The vast majority of the analyzed idioms (69.44%) falls into the inequivalence group. Turk and Opašić (2008) explain that idioms are closely linked to the experiences and beliefs of the people in whose language they emerged, and even common experiences may be conceptualized differently across languages. Doing something likely to cause public outrage or offence is contained in the English idiom *to frighten the horses*, where as the Croatian idiom with the same meaning *podići buru* 'to raise the bora wind' is much more similar to the English *to raise a storm*. The English idiom *every horse thinks its own pack heaviest* meaning everyone thinks their problems are worse than other people's is similar to the Croatian *svakome je njegovo breme najteže*, yet the Croatian idiom lacks a zoonymic component. The color components are also worth mentioning. Such idioms include *a dark horse* (a person unlikely to succeed or wins unexpectedly) and *a horse of another color* (something entirely different). Furthermore, the Croatian idiom *doći/osvanuti na bijelom konju* 'arrive on a white horse' means arrive with the first snow (e.g. an event coincides with it) or, more recently, arrive as a ruler in all his glory.<sup>5</sup>

Research suggests that some idioms may be classified as national idioms, which are motivated by the customs and beliefs of the people in whose language they emerged (Turk and SpicijarićPaškvan, 2014). The Croatian idiom *i mi konja za utrku imamo* 'we also have a horse for the race' (we also have something comparable) is classified as a national idiom (ibid.). The origin of the idiom *veži konja gdje ti aga kaže* 'tie the horse where the agha tells you to' (obey the superior) may presumably be traced back to the period of the Ottoman Empire, since parts of Croatian territory were under Ottoman reign.<sup>6</sup> The idiom *doći do konja i do sablje* 'to acquire both a horse and a sabre' (to be suitable for military service) may presumably be linked to horse cavalry, i.e. the now abandoned use of horses in warfare. Idioms may also emerge under the influence of another language, which appears to be the case with Croatian idioms *vidjela žaba da konja potkivaju pa i ona digla nogu* 'the frog saw the horse being horseshoed, so it raised its leg' (of a person blindly following other's actions, but not being up to the task) and *pasti s konja na magarca* 'fall from the horse onto the donkey' (out of God's blessing into the warm sun). The aforementioned are speculated to be a result of the influence of the German language (Turk and SpicijarićPaškvan 2014).<sup>7</sup> Other Croatian horse idioms with no English equivalents include: *dobru konju sto mana, rđavu samoj edna*

<sup>5</sup> Hansen-Kokoruš (1996).

<sup>6</sup> Vranić and Zubčić (2013) provide a survey of Croatian idioms containing Turkisms.

<sup>7</sup> The authors note that in the case of the Croatian idiom *pasti s konja na magarca* German could have been the intermediary language, since there is a similar Latin idiom *canteriovectum post mulumconscendere*.



'a good horse has a hundred faults, a bad one only has one' (it is better to have smaller faults than a grave and unfixable one), *kao lončarski konj* 'like a potter's horse' (always roaming), *pobjegli kome konji* 'the horses escaped one' (past one's prime), čekaj, konju, dok trava naraste 'wait, horse, until the grass grows' (wait until the cows come home).

## Conclusion

The results point to the dominating inequivalence between English and Croatian horse idioms. Almost 70% of the analyzed idioms do not exhibit features of equivalency at the level of lexical components or the in-depth structure. Since some experiences are unique to individual groups and speakers of different languages, such results may be expected. Certain features (e.g. Turkisms) may be attributed to the different historic circumstances in Croatia and the English-speaking countries. Language contact may cause influences at the lexical level, e.g. instances of German influencing Croatian either directly or as an intermediary language. The aforementioned may account for certain identified differences.

## Literature

1. Berce, S. (2008): Engleskifrazeološki rječnik. Translated by Jelena Đukić. Mozaik knjiga, Zagreb.
2. Blagus Bartolec, G., Kovačević, B., Kurtović Budja, I., Matasivanković, I., Rittgasser, S. Baza frazemah hrvatskog jezika. <http://frazemi.ihj.hr/> (1.02.2019)
3. Fink Arsovski, Ž., Kovačević, B., Hrnjak, A. (2017): Bibliografija hrvatske frazeologije: Frazeobibliografski rječnik. Knjigra, Zagreb.
4. Hansen-Kokoruš, R. (1996): Magaracikonj u svjetlunjihovih frazeoloških osobina na materijal uruskoga, hrvatskog i njemačkog jezika. *Filologija*, 27, 43–52.
5. Hrvatski jezični portal. <http://hjp.znanje.hr/> (1.02.2019)
6. Ivanković, A. (2004): Konjogojstvo. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
7. Jelaska, Z. (2014): Animalistički frazem biblijskog podrijetla u hrvatskom i drugim slavenskim jezicima. Published in Vidović Bolt, I. (ed.) *Životinje u frazeološkom ruhu: zbornik radova*. Filozofski fakultet, Zagreb.
8. Ljubičić, M. (1994): O hrvatskim zoonimima: konotativno značenje i frazeologija. *Filologija*, 22-23, 245-252.
9. Matešić, J., Hansen, R., Petermann, J., Rittgasser, S., Steiger, M., Zimanji-Hofer, I. (1988): Hrvatsko-njemački frazeološki rječnik. Nakladni zavod Matice hrvatske, Zagreb/Verlag Otto Sagner, München
10. Menac, A., Fink Arsovski, Ž., Venturin, R. (2014): Hrvatski frazeološki rječnik. Naklada Ljevak, Zagreb.
11. Oxford Dictionaries. <https://en.oxforddictionaries.com/> (1.02.2019)
12. Turk, M., Opašić, M. (2008): Supostavna rječla frazema. *Fluminensia*, 20(1), 19-31
13. Turk, M., Spicijarić Paškvan, N. (2014): Kontrastivna rječla frazema i njihov podrijetlo (na primjeru frazema zoonimskom sastavnicom). Published in Vidović Bolt, Ivana (ed.) *Životinje u frazeološkom ruhu: zbornik radova*. Filozofski fakultet, Zagreb.
14. Vidović Bolt, I. (2011): *Životinjski svijet u hrvatskoj i poljskoj frazeologiji I*. Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.
15. Vidović Bolt, I. (ed.) (2014): *Životinje u frazeološkom ruhu: zbornik radova*. Filozofski fakultet, Zagreb.
16. Vranić, S., Zubčić, S. (2013): Turcizmi u frazemima hrvatskih govora. *Filologija*, 60, 103-145.
17. Vrgoč, D., Fink Arsovski, Ž. (2008): Hrvatsko-engleski frazeološki rječnik. Naklada Ljevak, Zagreb.

## Kraljevstvo za konja! Kontrastivna analiza frazema sa sastavnicom konj u engleskom i hrvatskom jeziku

### Sažetak

Cilj je ovoga rada provesti kontrastivnu analizu frazema sa sastavnicom *horse* i *konj* u engleskome i hrvatskome jeziku. U svrhu analize, iz rječnika su preuzeti frazemi te su analizirani s obzirom na međujezične podudarnosti. Analiza se temelji na klasifikaciji koju predlažu Turk i Opašić (2008), stoga su frazemi podijeljeni u sljedeće skupine: potpuna podudarnost, djelomična podudarnost, izostanak podudarnosti. Rezultati ukazuju na to da je u najvećem broju slučajeva riječ o izostanku podudarnosti u slučaju engleskih i hrvatskih frazema sa sastavnicom *horse* i *konj*. Gotovo 70% analiziranih frazema mogu se svrstati u skupinu izostanka podudarnosti. Samo ≈14% frazema pokazuje podudarnosti, a ≈17% ih je djelomično podudarno. Turk i Opašić (2008) navode da, iako postoje iskustva zajednička svim ljudima, oni se u frazemima različitih jezika očituju na razne načine. Stoga se nepodudarnosti mogu rastumačiti iskustvima ili vjerovanjima svojstvenima govornicima pojedinih jezika, dok se pojedine podudarnosti mogu pripisati utjecaju jednoga jezika na drugi.

**Ključne riječi:** frazemi sa sastavnicom *konj*, engleski jezik, hrvatski jezik

## Uporaba maslačka (*Taraxacum officinale*) u hranidbi domaćih životinja

Ivana Prakatur, Matija Domaćinović, Zvonimir Steiner,  
Dalida Galović, Danijela Samac, Mario Ronta, Ivona Leko

*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska, e-mail:iprakatur@fazos.hr*

### Sažetak

Ciljovog rada bio je prikazati mogućnosti uporabe maslačka (*Taraxacu officinale*) kao prirodnog dodatka u hranidbi različitih vrsta i kategorija domaćih životinja. Istraživanja su pokazala kako maslačak ima značajno pozitivan utjecaj na prosječni dnevni prirast tjelesne mase tovnih svinja i pilića te vrijednosti ukupnog kolesterola, triglicerida, LDL-kolesterola i HDL-kolesterola kod kunića i pilića. Uz to, zabilježen je i pozitivan utjecaj ovog dodatka na sastav mikroflore u crijevima odbiteprasadi, pilića i kokoši nesilica kao i na imunološku funkciju kod odbiteprasadi te kokoši nesilica. Također je utvrđen pozitivan utjecaj dodatka maslačka na kvalitetu mesa svinja. Naposljetku je utvrđen i pozitivan utjecaj dodatka maslačka na histomorfologiju tankog crijeva tovnih pilića. Sukladno svemu navedenom može se zaključiti kako je uporaba maslačka kao prirodnog dodatka u hranidbi domaćih životinja vrlo poželjna. Uzimajući u obzir široku rasprostranjenost maslačka za očekivati je kako će ovaj prirodni dodatak imati sve veću uporabu u hranidbi domaćih životinja.

**Ključne riječi:** hranidba domaćih životinja, maslačak, prirodni dodatak

### Uvod

Trend uporabe fitobiotika u stočnoj hrani povećan je tijekom posljednja dva desetljeća slijedom zabrane uporabe antibiotika kao promotora rasta u stočarskoj proizvodnji (Gheisari Kim, 2018). Prirodni dodatci ili fitobiotici su skupina prirodnih promotora rasta koja se sastoji od tvari deriviranih iz cijelih biljaka, dijelova biljaka ili njihovih esencijalnih ulja (Gregačević i sur., 2014; Qureshi i sur., 2016; Gheisar i Kim, 2018). Prednost uporabe takvih dodataka u odnosu na druge sintetičke dodatke uključuje njihovo prirodno podrijetlo, manju toksičnost, izostanak njihovog rezidualnog učinka, ekološku prihvatljivost te izostanak razvoja rezistencije (Kumar i sur., 2014; Qureshi i sur., 2016a; Gheisar i Kim, 2018). Maslačak (*Taraxacum officinale*) je jedna u nizu ljekovitih i lako dostupnih biljaka jer seubraja u najrasprostranjenije korovne i livadne biljke, samonikla je biljka travnjaka, raste na livadama, pašnjacima, travnjacima, parkovima, uz prometnice, na obalama rijeka i jezera, zapuštenim staništima, vrtovima uz staze i živice. Maslačak je trajna višegodišnja zeljasta biljka iz porodice Asteraceae (Erhatic i sur., 2014; Toplak Galle, 2016). Naziv dolazi od grčke riječi „taraxis“ što znači upala i „akeomai“ što znači ljekovit dok u zemljama engleskog govornog područja,

riječ maslačak, dolazi od francuske riječi „dent de lion“ koji se odnosi na izgled njegovih nazubljenih listova pa se prevodi kao lavlji zub. U francuskom jeziku uobičajeno se koristi izraz «pissenlit» za maslačak aludirajući na njegovo diuretičko djelovanje, kod nas u narodu se maslačak naziva klopica, milosavka, mliječnjak, kravlja gubica, radić, žuti dimac, žučanik, mljekača, talijanska sala (Schültz i sur., 2006; Treben, 2006; Yarnell i sur., 2009; Qureshi i sur., 2017). Maslačak su Kinezi kao ljekovitu biljku poznavali puno prije drugih naroda dok se u Europi počeo upotrebljavati tek u 10. i 11. stoljeću i to pod utjecajem arapskih liječnika. U 16. stoljeća njemački liječnik i botaničar Leonhard Fuchs opisao jenajopsežnije zapise o primjeni maslačka u zapadnim zemljama (Kemper, 1999; Schültz i sur., 2006; Rasool i Sharma, 2014). Ciljovog rada je prikazati mogućnosti uporabe maslačka kao prirodnog dodatka u hranidbi domaćih životinja.

### Maslačak kao prirodni dodatak

Maslačak je višegodišnja zeljasta biljka koja ima snažan, vretenast glavni korijen dužine 30 cm. Prizemni listovi su složeni u rozetu, duboko su perasto razrezani i s trokutastim vrhovima. Iz središnjeg dijela rozete razvija se uspravna, šuplja, cjevasta stabljika, obično visine 15 – 20 cm bez listova koja sadrži gusti mliječni sok. Na vrhu stabljike razvija se cvjetna glavica koju čini mnoštvo žutih dvospolnih, jezičastih cvjetova po čemu je maslačak uočljiv. Cvjetovi su otvoreni do podne, za vrijeme lijepog vremena, a zatvaraju se za vrijeme oblačnog i kišnog vremena te po noći. Cvjetovi se razvijaju od travnja do listopada te se mora naglasiti da je maslačak medonosna biljka. Poslije cvatnje na cvjetištu ostaju sitne roške koje vjetar lako raznosi i po nekoliko stotina metara daleko od biljke te se na taj način razmnožava (Schültz i sur., 2006; Erhatic i sur., 2014). U zelenom dijelu biljke i korijenu ima flavonskih glikozida (apigenina i luteolina), kavene kiseline i brojnih triterpena. Cvjetovi sadrže obilje različito žuto obojenih karotenoida. U korijenu se nalazi teraksakozid (derivat hidroksifeniloctene kiseline), različiti steroli kao što su  $\beta$  – sitosterol i njegov glukozid te stigmasterol, brojni triterpeni (taraksol, taraksasterol, arnidol, faradiol,  $\beta$  – amirin) i vrlo gorki seskviterpenskilaktoni. U rano proljeće korijen sadrži i 18% fruktoze i 2% inulina čija se koncentracija s godišnjim dobom mijenja pa u jesen korijen sadrži i 40% inulina. Lišće je bogato vitaminima A, B i C, mineralima željezom, kalijem, magnezijem, fosforom, natrijem, sumporom, manganom, kalcijem (Yarnell i sur., 2009; Mir i sur., 2013; Erhatic i sur., 2014; ToplakGalle, 2016; Qureshi i sur., 2017). Listovi maslačka sadrže veće količine željeza nego špinat koji se uvijek opisuje kao vodeća biljka u količini željeza, te veću količinu  $\beta$  – karotena nego mrkva (Qureshi i sur., 2017). Sve prethodno spomenute bioaktivne komponente maslačka odgovorne su za brojne protuupalne, antioksidativne, antibakterijske, antiparazitarne, antivirusne, antikancerogene, hepatoprotektivne, hipoglikemijske i hipolipidemijske učinke te diuretičku aktivnost kod ljudi i životinja, te sve više kao dobar promotor rasta kod životinja (Schültz i sur., 2006; Rasool i Sharma, 2014; Qureshi i sur., 2017). Maslačak u krmi utječe na probavu i dobro opće zdravstveno stanje životinja, povećava apetit životinja, stimulira rad želudca i gušterače, poboljšava nastanak i otjecanje žuči, sprečava nastanak plinova te ubrzava izlučivanje vode iz organizma životinje (ToplakGalle, 2016).

### Uporaba maslačka u hranidbi domaćih životinja

Prirodni dodatci pa tako i maslačak tek u novije vrijeme imaju svoju primjenu u hranidbi domaćih životinja.

Choi i sur.(2010) istraživali su mogući hipolipidemijski i antioksidativni učinak dodatka korijena i listova maslačka ukunića hranjenih obrocima s visokim razinama kolesterola. Istraživanjem je utvrđeno kako je dodatak korijena i listova maslačka u hranu doveo do smanjenja oksidativnog stresa te sniženja serumskih koncentracija ukupnog kolesterola, triglicerida te LDL-kolesterola ( $p < 0,05$ ) kao i do povišenja serumskih koncentracija HDL kolesterola ( $p < 0,05$ ). Zaključeno je kako maslačak uspješno štiti od razvoja ateroskleroze kod kunića smanjujući oksidativni stres te serumske koncentracije ukupnog kolesterola, triglicerida i LDL-kolesterola te povećavajući serumske koncentracije HDL-kolesterola. Yan i sur. (2011) istraživali su utjecaj dodatka maslačka na prosječnidnevni prirast tjelesne mase te kvalitetu mesa tovniih svinja izraženu preko površine dugog leđnog mišića i vrijednosti TBARS. Zaključili su kako spomenuti dodatak povećava prosječni dnevni prirast tjelesne mase ( $p < 0,05$ ) i mesnatost polovica ( $p < 0,05$ ). Yan i sur. (2012) istraživali su utjecaj dodatka maslačka na prosječni dnevni prirast tjelesne mase te koncentraciju *E. coli* u fecesu odbite prasadi. Zaključili su kako dodatak maslačka hranidbi odbite prasadi povećava prosječni dnevni prirast tjelesne mase ( $p < 0,05$ ) te smanjuje koncentraciju *E. coli* u fecesu. Zhao i sur. (2019) istraživali su utjecaj ekstrakta korijena maslačka na prosječni dnevni prirast tjelesne mase te imunološku funkciju kod odbite prasadi. Zaključili su kako dodatak maslačka smanjuje učestalost proljeva ( $p < 0,05$ ) bez utjecaja na prosječni dnevni prirast tjelesne mase te kako isti ima pozitivan utjecaj na imunološku funkciju vidljivu kroz povećane koncentracije IL-4 i IL-6 u serumu ( $p < 0,05$ ).

Balenović i sur. (2018) istraživali su imunomodulatorne i antimikrobne učinke maslačka na kokoši nesilice. Pokazali su kako kod životinja hranjenih uz dodatak cvjetova maslačka postoji proliferacija ukupnih leukocita kao i T i B limfocita ( $p < 0,01$ ) te smanjena koncentracija *E. coli* u uzorcima fecesa te su zaključili kako dodatak cvjetova maslačka u hrani kokoši nesilica ima antimikrobno te imunostimulirajuće djelovanje.

Al-Kassi i Witwit (2010) istraživali su utjecaj dodatka maslačka na prosječnu tjelesnu masu te prosječni dnevni prirast tjelesne mase brojlera. Pokazali su kako su pilići hranjeni uz dodatak maslačka imali statistički značajno bolje prosječne tjelesne mase te prosječne dnevne priraste tjelesne mase u odnosu na kontrolnu skupinu pilića ( $p < 0,05$ ). Park i sur. (2010) istraživali su utjecaj dodatka maslačka na biokemijske pokazatelje u krvi tovniih pilića. Pokazali su kako pilići hranjeni uz dodatak maslačka imaju značajno smanjene razine ukupnog kolesterola i triglicerida te značajno povećane razine HDL-kolesterola ( $p < 0,05$ ) u odnosu na piliće kontrolne skupine. Qureshi i sur.(2016a) istraživali su utjecaj dodatka listova maslačka na histomorfologiju tankog crijeva pilića te su pokazali kako pilići hranjeni uz dodatak listova maslačka imaju značajno više resice te značajno viši omjer visine resice i dubine kripte ( $p < 0,05$ ) u odnosu na piliće kontrolne skupine. Qureshi i sur. (2016) istraživali su utjecaj dodatka listova maslačka nasastav mikroflore u cekumu tovniih pilića te su pokazali kako su pilići hranjeni uz dodatak listova maslačka imali značajno nižu koncentraciju ukupnih bakterija te značajno nižu koncentraciju koliformnih bakterija ( $p < 0,05$ ) u cekumu u odnosu na piliće kontrolne skupine.

## Zaključak

Temeljem rezultata opisanih pokusa na različitim vrstama domaćih životinja može se zaključiti kako dodatak maslačka (*Taraxacum officinale*) ima značajan pozitivan učinak na proizvodne pokazatelje, odabrane biokemijske pokazatelje u krvi, histomorfologiju tankog crijeva, sastav mikroflore u crijevu te imunološku funkciju. Sukladno navedenom kao i činjenici da je maslačak široko dostupan može se očekivati u budućnosti njegova značajnija uporaba kao prirodnog dodatka u hranidbi domaćih životinja.

## Literatura

1. Al-Kassi, G.A.M., Witwit, N.M. (2010): A comparative study on diet supplementation with a mixture of herbal plants and dandelion as a source of prebiotics on the performance of broilers. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(1), 67-71.
2. Balenović, M., Savić, V., Janječić, Z., Popović, M., Šimpraga, B., Carović-Stanko, K., Bedeković, D., Amšel Zelenika, T. (2018): Immunomodulatory and antimicrobial effects of selected herbs on laying hens. *Veterinarski arhiv*, 88 (5), 673-686.
3. Choi, U-K., Lee, O-H., Yim, J.H., Cho, C-W., Rhee, Y.K., Lim, S.L., Kim, Y-C. (2010): Hypolipidemic and Antioxidant Effects of Dandelion (*Taraxacum officinale*) Root and Leaf on Cholesterol-Fed Rabbits. *International Journal of Molecular Sciences*, 11, 67-78.
4. Erhetać, R., Vukobratović, M., Dudaš, S., Mužić, M. (2014): Kemijske karakteristike populacija maslačaka s Križevačkog i Riječkog područja. *Agronomski glasnik*, 3, 127-136.
5. Gheisar, M.M. i Kim, I.H. (2018): Phytobiotics in poultry and swine nutrition – a review. *Italian Journal of Animal Science*, 17 (1), 92-99.
6. Gregačević, L., Klarić, I., Domaćinović, M., Galović, D., Ronta, M. (2014): Fitogeni aditivi u hranidbi domaćih životinja. *Krmiva*, 56, 117-123.
7. Kemper, K.J. (1999): Dandelion (*Taraxacum officinale*). The long wood herb task force and the centre for holistic Pediatric Education and Research, 1-11.
8. Kumar, M., Kumar, V., Roy, D., Kushwaha, R., Vaiswani, S. (2014): Application of herbal feed additives in animal nutrition – a review. *International Journal of Livestock Research*, 4 (9), 1-8.
9. Mir, M.A., Sawhney, S.S., Jassal, M.M.S. (2013): Qualitative and quantitative analysis of phytochemicals of *Taraxacum officinale*. *Wudpecker Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2 (1), 1-5.
10. Park, C.L., Shon, J.C., Kim, Y.J. (2010): Effects of dietary supplementation of mulberry leaves and dandelion extracts on performance and blood characteristics of chickens. *Korean Journal of Poultry Science*, 37 (2), 173-180.
11. Qureshi, S., Banday, M.T., Shakeel, I., Adil, S., Khan, A.A. (2016): Effect of raw and enzyme-treated dandelion leaves and fenugreek seed supplemented diet on gut micro flora of broiler chicken. *Applied Biological Research*, 18 (1), 76-79.
12. Qureshi, S., Banday, M.T., Shakeel, I., Adil, S., Mir, M.S., Beigh, Y.A., Amin, U. (2016a): Histomorphological studies of broiler chicken fed diets supplemented with either raw or enzyme treated dandelion leaves and fenugreek seeds. *Veterinary World*, 9, 269-275.
13. Qureshi, S., Adil, S., El-Hack, M.E.A., Alagawany, M., Farag, M.R. (2017): Beneficial uses of dandelion herb (*Taraxacum officinale*) in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 73, 591-602.
14. Rasool, S., Sharma, B. (2014): *Taraxacum officinale*: a high value less known medicinal plant. *Annals of Plant Sciences*, 3 (12), 908-915.
15. Schütz, K., Carle, R., Schieber, A. (2006): *Taraxacum*-A review on its phytochemical and pharmacological profile. *Journal of Ethnopharmacology*, 107, 313-323.
16. Toplak Galle, K. (2016): Domaće ljekovito bilje. *Mozaik knjiga*, 240-241.
17. Treben, M. (2006): Zdravlje iz Božje ljekarne. *V.B.Z.*, 34-35.
18. Yan, Q.M., Mengli, H.K. (2011): The effects of dietary *Houttuynia cordata* and *Taraxacum officinale* extract powder on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics and meat quality in finishing pigs. *Livestock Science*, 141 (2-3), 188-193.
19. Yan, L., Zhang, Z.F., Park, J.C., Kim, I.H. (2012): Evaluation of *Houttuynia cordata* and *Taraxacum officinale* on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, and fecal microbial shedding in diet for weaning pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25 (10), 1439-1443.
20. Yarnell, E., Abascal, K. (2009): Dandelion (*Taraxacum officinale* and *T. mongolicum*). *Integrative Medicine*, 8 (2), 34-38.
21. Zhao, J., Zhang, G.Z., Zhou, X., Dong, W., Wang, Q., Xiao, C., Zhang, S. (2019): Effect of Dandelion root extract on growth performance, immune function and bacterial community in weaned pigs. *Food and Agricultural Immunology*, 30 (1), 95-111.

## The usage of Dandelion (*Taraxacum officinale*) in feeding of domestic animals

### Abstract

The aim of this study was to demonstrate the possibilities of Dandelion usage (*Taraxacum officinale*) as a phytogetic additive in the feeding of different species and categories of domestic animals. Studies have shown that Dandelion has a significant positive influence on pig and chicken growth performance and total cholesterol, triglyceride, LDL cholesterol and HDL cholesterol levels in rabbits and chickens. In addition, the positive effect of this supplement on the composition of the microflora in the intestine of piglets, chickens and laying hens as well as immune function in piglets and laying hens. There were also positive influences of the Dandelion addition on the quality of pigs' meat. Finally, a positive effect of the Dandelion addition on the histomorphology of small intestine in chickens was established. In accordance with all the above mentioned research results, it can be concluded that the usage of the Dandelion as a natural additive in the feeding of domestic animals is highly desirable. Taking into account the wide range of Dandelion it is to be expected that this phytogetic additive will be increasingly used in animal nutrition.

**Key words:** feeding of domestic animals, Dandelion, phytogetic additive

## Stresna osjetljivost kod rasplodnih nerastova u Republici Hrvatskoj od 2014. do 2017. godine

Tatjana Jelen<sup>1</sup>, Damir Alagić<sup>1</sup>, Mato Čačić<sup>2</sup>,  
Marijana Vrbančić<sup>1</sup>, Vedran Nervo<sup>1</sup>, Matija Tomašić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima,  
Milislava Demerca 1, HR-48260 Križevci, Hrvatska, e-mail: tjelen@vguk-hr

<sup>2</sup>Ex. Hrvatska poljoprivredna agencija, Ilica 101, HR-10000 Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Visoki zahtjevi za kvalitetom mesa i ekonomska isplativost uzgoja svinja potaknuli su mnoge znanstvenike na istraživanje i utvrđivanje genetskih i okolišnih uvjeta koji direktno utječu na kvalitetu svinjskog mesa. Intenzivna i jednostrana selekcija svinja na mesnatost dovela je do visoke proizvodne učinkovitosti, ali i do iznenadnih i neobjašnjivih uginuća (stres) uz dobivanje mesa lošije kvalitete. Stresna osjetljivost svinja je nasljedna, neuromuskularna bolest koja se očituje poremećajima u radu organa i organskih sustava. Početna istraživanja selekcije svinja otpornih na stres provedena su 70. god. prošlog stoljeća izazivanjem stresa u svinja anestetičkim plinom halotanom. Gen stresne osjetljivosti lociran je na 6. kromosomu i kodira rijanodinski receptor 1 (RYR1). Cilj rada je prikazati rezultate četverogodišnjeg sustavnog praćenja statusa gena na stresnu osjetljivost svinja na hrvatskim farmama kod nerastova komercijalnih pasmina, metodom molekularne genetike. U istraživanom razdoblju, od 2014. do 2017., na stres osjetljivost ukupno je testirano 724 nerastova odabranih za rasplod. Testirano je 715 nerastova čistih pasmina i 9 križanaca. Prosječni rezultati četverogodišnjeg istraživanja PCR metodom pokazuju da je genotip Hal<sup>NN</sup> bio zastupljen s udjelom od 91,02% u ispitivanoj populaciji, genotip Hal<sup>Nn</sup> 8,56% i genotip Hal<sup>nn</sup> u svega 0,41%.

**Ključne riječi:** selekcija, RYR1, stresna osjetljivost svinja

### Uvod

Topel i sur. (1968.) među prvima su proučavali i opisali razloge iznenadnih i neobjašnjivih uginuća svinja povezujući ih sa stresom, dok je Briskey (1964.) opisao da se pojava blijedog, mekanog i vodnjikavog mesa (BMV) genetski nasljeđuje. Početne studije za selekciju svinja otpornih na stres proveli su Eikelenboom i Minkema (1974.) i Webb i Jordan (1978.) opisujući postupke selekcije pomoću namjernog izazivanja stresa u svinja anestetičkim plinom halotanom. Stresna osjetljivost svinja je nasljedna, neuromuskularna bolest koja se očituje različitim simptomima, a kod težih slučajeva i uginućem (MacLenan i Philips, 1992.; Gillard i sur., 1991.). Rezultati istraživanja temeljeni na testiranju halotan testom dokazali su da se sindrom stresne osjetljivosti nasljeđuje recesivno. Upravo je stoga i gen, koji je odgovoran za preosjetljivost na halotan, nazvan halotan gen (gen stresne osjetljivosti, *Hal gen*) (Olliver i sur., 1975.). Metodama molekularne genetike znanstvenici su otkrili recesivni alel u genu ryanodine receptor 1 (RYR1) lociranom na 6. kromosomu, na kojem je utvrđena točkasta mutacija na poziciji 1843 u slijedu nukleotida, gdje je citozin



(C) zamijenjen timinom (T). Posljedica ove mutacije (C1843T) unutar RYR1 gena rezultira različitim promjenama i inducira, posljedično, pojavu simptoma maligne hipertermije (Fletcher i sur., 1993; Rojas i sur., 2008.; Lapusan i sur., 2011.; Ilie i sur., 2014.; Čačić i sur., 2015.). Razvojem molekularnih metoda kojima se utvrđuje status gena, npr. simptoma maligne hipertermije (*Malignant hyperthermia syndrome* – MHS), Fuji i sur. (1991.) razvili su brz i točan molekularni test za MHS kojim se može utvrditi razlika kod sva tri genotipa s točnošću od gotovo 100%. Halotan gen ima dva alela N (normalan, dominantan) i n (mutirani, rezistentan) i time tri genotipa: Hal<sup>NN</sup>-dominant anhomozigotan, Hal<sup>Nn</sup>-heterozigotan i Hal<sup>nn</sup>-recesivan homozigotan. Senčić i sur. (1997.) navode da je jedna od posljedica intenzivnog i jednostranog odabira svinja na veću mesnatost njihova češća sklonost stres sindromu. Kod primitivnih pasmina stres sindrom je vrlo rijedak, gotovo se ne pojavljuje npr. kod mangulice, no može se pojaviti kod njenih križanaca (Ile i sur., 2018.). Između stresa osjetljivih i stres rezistentnih svinja postoje značajne razlike u proizvodnim osobinama. Stresni čimbenici direktno utječu na kvalitetu mesa (pojavom BMV mesa) kao i osobine vezane uz proizvodnju, reprodukciju i otpornost na bolesti (Ruan i sur., 2013.).

### Materijal i metode

U istraživanju su korišteni rezultati provedenih ispitivanja na stresnu osjetljivost od 2014. do 2017. godine na uzorcima tkiva i dlake različitih pasmina svinja uzorkovanih na farmama i obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima u Republici Hrvatskoj. Laboratorijske analize odrađene su u službi za genetsko vrednovanje domaćih životinja i banku gena u Hrvatskoj poljoprivrednoj agenciji. Metoda utvrđivanja statusa gena na mutaciju nije normirana, već je modificirana PCR - RFLP (engl. Polymerase Chain - Reaction Restriction fragment length polymorphism), te validirana. Izračun frekvencije genotipova i alela iz rezultata laboratorijskih analiza testiranih nerastova na stres osjetljivost dobiven je metodom Hardy Weinberg zakona (HW) koji omogućava predviđanje promjena frekvencije genotipova kroz generacije (Hardy, 1908). Frekvencije genotipova (Hal<sup>NN</sup>, Hal<sup>Nn</sup>Hal<sup>nn</sup>) utvrđene su prema formulama HW zakona:  $f(\text{genotip}) = N(\text{genotip}) / N(\text{ukupno})$ .

### Rezultati i rasprava

U istraživanom razdoblju, od 2014. do 2017. godine, na stres osjetljivost ukupno je testirano 724 nerastova odabranih za rasplod. Čistokrvnih nerastova pasmina (durok, pietren, landras i veliki jorkšir) testirano je 715 (98,76 %) i križanaca duroka i pietrena 9 (1,24 %). Prema postotnom udjelu najviše je testirano nerastova pasmine landras (58,43%) kroz sve istraživane godine (Tablica 1.).

Tablica 1. Ukupan broj testiranih rasplodnih nerastova na stres osjetljivost prema pasminama u razdoblju od 2014. do 2017.

Pasmine	Godina				Ukupno	
	2014.	2015.	2016.	2017.	Broj	%
Durok	12	7	19	20	58	8,01
Landras	116	121	89	97	423	58,43
Pietren	28	46	30	53	157	21,69
Veliki jorkšir	14	26	10	27	77	10,64
Durok x pietren	5	2	-	2	9	1,24
Ukupno	Broj	175	202	148	199	724
	%	24,17	27,90	20,44	27,49	100

Čačić i sur. (2015.) su na temelju praćenja stanja u hrvatskom svinjogojstvu zaključili da broj svinja pod selekcijskim obuhvatom ima trend kontinuiranog pada te su sukladno tome i uočili trend pada broja analiziranih uzoraka na stres osjetljivost za razdoblje od 2003. do 2014. Rezultati ispitivanja statusa gena na stres osjetljivost nerastova pokazuju zastupljenost sva tri genotipa: Hal<sup>NN</sup>, Hal<sup>Nn</sup> i Hal<sup>nn</sup> kroz istraživane godine (Tablica 2.). Najveći udio od 95,95% Hal<sup>NN</sup> ili stresno otpornih homozigotnih genotipova bio je u 2016., u kojoj, kao i u 2017. godini, Hal<sup>nn</sup> tj. stresno osjetljivi genotip nije utvrđen. Tijekom 2015. je utvrđen najviši udjel Hal<sup>Nn</sup> genotipova i tokod 24 nerasta, od ukupno 202 testirana. Utvrđeni su najniži udjeli nepoželjnog genotipa Hal<sup>nn</sup> i njihova je pojavnost niža u odnosu na rezultate Čačića i sur. (2015.), čime se potvrđuje trend njegovog smanjenja iz populacije svinja u Hrvatskoj.

Tablica 2. Ukupan broj testiranih rasplodnih nerastova prema frekvencijama genotipova kroz istraživane godine.

Godina	Genotip					
	NN		Nn		nn	
	broj	%	broj	%	broj	%
2014.	154	88,00	19	10,86	2	1,14
2015.	177	87,62	24	11,88	1	0,50
2016.	142	95,95	6	4,05	0	0
2017.	186	93,47	13	6,53	0	0
<b>Ukupno</b>	<b>659</b>	<b>91,02</b>	<b>62</b>	<b>8,56</b>	<b>3</b>	<b>0,41</b>
Frekvencija alela N:n	95,31:4,69					

Frekvencija sva tri genotipa prikazana u omjerima je u istraživanom razdoblju 91,02 : 8,56 : 0,41, što se podudara sa podacima Čačića i sur. (2015.) koji navode da je najviša zastupljenost Hal<sup>NN</sup> genotipa, a najniža Hal<sup>nn</sup> genotipa. Utvrđen četverogodišnji prosjek frekvencije alela N : n je 95,31 : 4,69, što je u boljem odnosu od rezultata kojeg su dobili Čačić i sur. (2015.) koji su utvrdili omjer alela 84,74 : 15,26. Rezultati testiranja na stres osjetljivost čistokrvnih nerastova i udio genotipova po pasminama potvrđuju ranije navode da između pojedinih pasmina svinja postoje velike razlike na sklonost stres sindromu. Kod pasmina veliki jorkšir i durok nije utvrđena pojava genotipova Hal<sup>Nn</sup> i Hal<sup>nn</sup>, što je u skladu sa prijašnjim navodima da su gotovo rezistentne pasmine veliki jorkšir i durok (Webb i Smith., 1976.; Senčić i Kralik., 1988.). Rezultati testiranja svih pasmina kroz četverogodišnje istraživano razdoblje pokazuju zastupljenost Hal<sup>nn</sup> genotipa jedino kod pasmine pietren i to u udjelu od 1,91%, što je manje u odnosu na rezultate koje su dobili Čačić i sur., (2015.). Najveći postotak heterozigotnih jedinki (Hal<sup>Nn</sup>) je zabilježen kod pasmine pietren što je u skladu sa dobivenim rezultatima Čačića i sur. (2015.). Visoku zastupljenost halotan pozitivnih životinja kod pasmine pietren zabilježili su Ollivier i sur. (1975.) 34% i Reik i sur. (1983.) 93,9%, a što je u skladu sa navodima Bulla i Poltarsky (1980.). U istraživanom razdoblju testirano je ukupno 9 križanaca (durok x pietren) sa udjelom od 77,77% genotipa Hal<sup>NN</sup> odnosno za 13,42% manje u odnosu na čistokrvne neraste i udjelom od 22,22% za Hal<sup>Nn</sup> što je za 13,83% više od čistokrvnih i sukladno rezultatima Čačić i sur. (2015.).

## Zaključak

Sustavno praćenje statusa stres osjetljivih svinja u Republici Hrvatskoj provodi se od 2003., a u ovom radu su prikazani rezultati za razdoblje od 2014. do 2017. godine. Rezultati pokazuju da je RYR1 gen potpuno kontroliran u selekciji i da se njime planski manipulira, što je temelj za dobivanje kvalitetnog svinjskog mesa. Molekularni test za otkrivanje sva tri genotipa (Hal<sup>NN</sup>, Hal<sup>Nn</sup> i Hal<sup>nn</sup>) pouzdana je, brza i točna metoda. Istraživanja upućuju na mogućnost manipulacije ovim genom u selekciji, praćenjem gena preko linija nerastova i stavljanjem „stres-sindroma“ pod kontrolu. U istraživanom razdoblju, na stres osjetljivost ukupno je testirano 724 nerasta odabranih za rasplod. Prosječni rezultati četverogodišnjeg istraživanja PCR metodom pokazuju da je genotip Hal<sup>NN</sup> bio zastupljen s udjelom od 91,02% u ispitivanoj populaciji, genotip Hal<sup>Nn</sup> 8,56% i genotip Hal<sup>nn</sup> svega 0,41%. Rezultati testiranja po pasminama kroz četverogodišnje istraživano razdoblje pokazuju zastupljenost Hal<sup>nn</sup> genotipa jedino kod pasmine pietren i to u udjelu od 1,91%. Prosječna frekvencija alela u istraživanim godinama utvrđena je u omjeru N:n 95,31 : 4,69. Nepoželjnih genotipova Hal<sup>nn</sup> nije pronađeno kod čistokrvnih nerastova pasmina durok i veliki jorkšir, te kod križanaca durok x pietren.

## Literatura

1. Briskey, E.J. (1964): Etiological status and associated studies of pale, soft, exudative porcine musculature, *Adv. Food Res.* (13), 89–105.
2. Bulla, J., Poltarsky, J. (1980): Reakcija roznochty povošipanych na halothanovanestezu, *Živočišnavyropa* 7, 531-536.
3. Čačić, M., Orehovalčki, V., Zirdum, N., Svetić, K., Mahnet, Ž., Klišanić, V. (2015): Rezultati sustavnog praćenja statusa maligne hipertermije u hrvatskom svinjogojstvu, *Stočarstvo* 69 (3-4), 55-64.
4. Eikelenboom, G., Minkema, D. (1974). Prediction of pale, soft, exudative muscle with a non-lethal test for halothane induced porcine malignant hyperthermia syndrome, *The Netherlands Journal of Veterinary Science*, 99-421.
5. Fletcher, J.E., Tripolitis, L., Rosenberg, H., Beech, J. (1993): Malignant hyperthermia: halothane and calcium-induced calcium release in skeletal muscle, *Biochem. Mol. Int.*, 29 (4), 763-772.
6. Fuji, J., Kinya, O., Zorzato, F., DeLeon, S., Khanna, V.K., Weiler, J.E., O'Brien, P.J., MacLennan, D.H. (1991): Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science (Wash DC)* 253:448-451.
7. Gillard, E.F., Otsu K., Fuji, J., Khanna, V.K., De Leon, D., Derdemezi, J., Britt, B.A. (1991): A substitution of cysteine for arginine 614 in the ryanodine receptor is potentially causative of human malignant hyperthermia, *Genomics* 11, 751–755.
8. Hardy, G.H. (1908): Mendelian Proportions in a mixed Population, *Science* 28 (706), 49-50.
9. Ilie, D.E., Băcilă, V., Cean, A., Csiszter, L.T., Neo, S. (2014): Screening of RYR1 genotypes in swine population by rapid and sensitive method. *Romanian Biotechnological Letters*, 19 (2), 9170-9178.
10. Ilie, G., Tabaran, A., Dan, S. D., Reget, O., & Mihaiu, M. (2018). Detection of ryanodine receptor mutation in Mangalitsa crossbred pigs bred in Transylvania. *Porcine Research*, 8(1), 12.
11. Lapusan, A., Mihaiu, M., Mihaiu, R., Dan, S. D., & Taulescu, C. (2011): Researches Concerning a RT-PCR Method for Identifying the Ryanodine Gene Polymorphism Responsible for PSE meat. *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine*, 68(2).
12. MacLennan, D.H., Phillips, M.S. (1992): Malignant hyperthermia, *Sc.* 256, 789-794.
13. Ollivier, L., Sellier, P., Monin, G. (1975): Determinisme genetique du syndrome d'hyperthermie maligne chez le porc de Pietrain. *Ann. Genet. Sel. Anim.* 7, 159-166.
14. Reik, T.R., Rempel, W.E., McGrath, C.J., Addis, P.B. (1983): Further evidence on the inheritance of halothane reaction in pigs, *Journal of Animal Science* 57, 826-831.

15. Rojas, J. E., Wilches, M. A., Cepeda, L. A., Garóes, M. F., Suarez, M. A., Baldrich, R. M., Bravo, S. B. (2008): Molecular diagnostics of porcine stress syndromes susceptibility associated with the Arg-615Cys mutation using real-time PCR with fluorescently bridization probes. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 36(1), 11-18.
16. Ruan, G. R., Xing, Y. Y., Fan, Y., Qiao, R. M., He, X. F., Yang, B., ... & Xiao, S. J. (2013): Genetic variation at RYR1, IGF2, FUT1, MUC13, and KPL2 mutations affecting production traits in Chinese commercial pig breeds. *Czech J. Anim. Sci*, 58(2), 65-70.
17. Senčić, Đ., Kralik, G., Jovanovac, S. (1997): Proizvodna, energetska i finansijska bilanca tova stres-osjetljivih i stres-rezistentnih svinja, *Agriculture Conspectus Scientificus* 62 (3-4), 223-226.
18. Steine, D., Webb, J. (1979): Halothane testing New stress lines set up *Pig Farming* 27, 4, 84-91.
19. Topel, D.G., Bicknell, K.S., Preston, S., Christian, L.L., Matsushima, C.Y. (1968): Porcine Stress Syndrome, *Mod. Vet. Prac.*
20. Webb, A.J., Smith, C. (1976): Some preliminary observations on the inheritance and application of halothane-induced MHS in pigs, *Proceedings of the 3rd International Conference on production Disease in Farm Animals*, Wageningen.
21. Webb, A.J.; Jordan, C.H. (1978): Halothane sensitivity as a field test for stress-susceptibility in the pig, *Animal Production* 26, 157-168.

## Stress sensitivity in breeding boars in the Republic of Croatia in the period from 2014 to 2017

### Abstract

High demands for meat quality and economic efficiency of pig breeding encouraged numerous scientists to research and establish genetic and environmental conditions which directly influence the quality of pork. Intensive and one-sided selection of pig to achieve meatiness resulted in high production efficiency, but also in sudden and inexplicable deaths (stress) with meat of reduced quality. Stress sensitivity in pig is a congenital neuromuscular disease reflected in disorderly work of organs and organ systems. Initial research of selection of stress resistant pig was administered in the 1970s by exposing the pig to stress by means of anesthetic gas halothane. The gene of stress sensitivity was located on the 6. chromosome and it codes ryanodine receptor 1 (RYR1). The objective of the paper is to present results of four years of systematic monitoring of the gene status on stress sensitivity of pigs on Croatian farms on boars of commercial breeds using the method of molecular genetics. During the period when the research was administered, i.e. from 2014 to 2017, the overall number of 724 boars selected for breeding were tested in order to determine their stress sensitivity. 715 of them were boars of pure breeds and 9 were cross breeds. Average values of the four year research administered by means of the PCR method indicate that genotype Hal<sup>NN</sup> was represented with the share of 91,02% within the tested population, genotype Hal<sup>Nn</sup> with 8,56% and genotype Hal<sup>nn</sup> was found in merely 0,41% of the tested population.

**Keywords:** selection, RYR1, stress sensitivity of pig

## Differences in persistency of heat stress effect in first parity Holsteins due to region of breeding

Vesna Gantner<sup>1</sup>, Mirna Gavran<sup>1</sup>, Dragan Dokić<sup>2</sup>, Goran Vučković<sup>3</sup>, Maja Gregić<sup>1</sup>, Tina Bobić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Osijek, Croatia e-mail: mgregic@fazos.hr*

<sup>2</sup>*Općina Erdut, Bana Josipa Jelačića 4, Dalj, Croatia*

<sup>3</sup>*Rinderunion Baden-Württemberg, Herberlingen, Germany*

### Abstract

Aiming determination of the persistency of heat stress effect in first parity Holstein cows regarding the region of breeding test-day records provided by the Croatian Agricultural Agency were analysed. Only cows with detected statistically significant decrease in daily milk yield at set temperature-humidity index (THI) threshold value (65, 70 and 75) were included in the further analyses. The persistency of heat stress effect regarding the daily milk traits was determined as a absolute drop in the subsequent milk recordings (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup>). The results of this research indicate significant difference in cows' response to heat stress effect due to region of breeding and animal's susceptibility to heat stress. The negative effect of heat stress was more pronounced and more persistent in cows bred in Mediterranean and Eastern Croatia. Also, the negative effect of heat stress was more pronounced and more persistent in cows that were more susceptible to heat stress (heat stressed at the lower THI threshold values).

**Key words:** heat stress, persistency, first parity Holsteins, daily milk traits, region of breeding

### Introduction

Dairy cattle production currently is characterized by a growing demand for high production per cow. Furthermore, this production occurs in an environment that is changing to cows less comfort zone. In accordance to Battisti and Naylor (2009), by year 2050, most of the world will be exposed to median temperatures in the summer that will be higher than the highest recorded temperatures. Furthermore, Gauly et al. (2013) warned that the heat stress of high-producing dairy cows will cause growing concern among European milk producers. Segnalini et al. (2013) emphasized the need for adequate adaptation strategies development aiming reduction of the negative effects of warming in farm animals in the Mediterranean region. In European Union, GIRA (2012), in the analysis of Regional movements in EU Milk Production, predicts that regions with intensive farming will be replaced by regions with less intensive farming around the Atlantic and with more land suitable for pasture (resulting in lower production costs). According to Hansen (2013), the increase of production makes cows more susceptible to heat stress, which means that heat stress will become an acute problem regardless the climate changes. Modern dairy cows, which are characterized by high levels of productivity, lose the ability to regulate their body temperature at air temperatures as low as 25-29°C. The studies of Bohmanova

(2006) and Collier et al. (2006) indicate that heat stress affects high-producing cows much more than low-producing ones. Kadzere et al. (2002) stated that the intensive genetic selection for milk production has changed the thermoregulation physiology of dairy cattle. The high-producing cows have larger frames and larger gastrointestinal tracts that enable them to digest more feed. This creates more metabolic heat and reduces the ability of cows to regulate normal temperature at heat stress conditions. According to Kadzere et al. (2002), the thermoneutrality shifts to lower temperatures due to the increase of milk yield, feed intake and metabolic heat. In dairy cows, dry matter intake, milk production (West et al. 1999; Casa and Ravelo, 2003) and reproductive performances (Bohmanova et al. 2007; Ravagnolo et al. 2000) are reduced due to heat stress. In addition, heat stress affects milk composition, somatic cell counts (SCC) and mastitis frequencies (Bouraoui et al. 2002; Collier et al. 2012; Correa-Calderon et al. 2004; Gantner et al. 2017; Ravagnolo et al. 2000; St-Pierre et al. 2003; West 2003; Hammami et al. 2013; Smith et al. 2013). The heat stress condition also leads to considerable loss of profit, e.g. between \$897 million and \$1,500 million per year in the USA (St-Pierre et al. 2003). There are many ways to measure heat stress although the temperature-humidity index (THI) is the most common one in dairy cattle breeding. Kibler (1964) defined that THI combines ambient temperature and relative humidity and is a useful and simple method for assessment of the risk of heat stress. The aim of this research was to determine the differences in persistency of heat stress effect in first parity Holsteins due to region of breeding (Eastern, Central and Mediterranean Croatia) at different values of THI (65 / 70 / 75).

## Materials and methods

**Data.** Individual test-day records of first parity Holstein cows collected during the regular milk recording performed by an alternative milk recording method (AT4/BT4) in the period from January 2005 to December 2012 in Croatia were used for the statistical analysis. Monthly, at each recording, milk yields were measured during the evening or morning milkings. Additionally, at each milk recording, ambient temperature and relative humidity were recorded. Daily temperature-humidity index (THI) was calculated using the equation by Kibler (1964):

$$\text{THI} = 1.8 \times \text{Ta} - (1 - \text{RH}) \times (\text{Ta} - 14.3) + 32$$

Where Ta is average temperature in degrees Celsius and RH is relative humidity as a fraction of the unit. Records with lactation stage in (< 6 days and > 305 days), age at first calving in (< 21 and > 36 months), missing parity, and missing or nonsense Ta and RH value were deleted from the dataset. Only cows with minimum 3 test day per lactation were taken into analysis. Data were provided by the Croatian Agricultural Agency.

**Statistical analysis.** The variation in daily milk traits due to heat stress was tested by least square analyses of variance for each given THI value (65, 70 and 75) separately for each region (Eastern, Central and Mediterranean Croatia) using the PROC MIXED procedure in SAS (SAS Institute Inc., 2000). Following mixed model was used:

$$Y_{ijklmn} = \mu + b_1 (d_i / 305) + b_2 (d_i / 305)^2 + b_3 \ln (305 / d_i) + b_4 \ln^2 (305 / d_i) + S_j + A_k + T_l + e_{ijklm}$$

Where  $Y_{ijklm}$  = estimated daily milk trait;

$\mu$  = intercept;

$b_1, b_2, b_3, b_4$  = regression coefficients;

$d_i$  = days in milk ( $i = 6$  to 305 day);

$S_j$  = fixed effect of calving season class  $j$  ( $j = 1/2005$  to 12/2012);

$A_k$  = fixed effect of age at calving class  $k$  ( $k = 21$  to 36 month);

$T_l$  = fixed effect of THI class ( $l = 0$  (normal condition – values under the given threshold) or  $l = 1$  (heat stress condition – values equal and above the given threshold));

$e_{ijkl}$  = residual.

The significance of the differences between the THI classes was tested by Scheffe's method of multiple comparisons. Only cows with detected statistically significant decrease in daily milk yield were included in the further analyses. The daily milk trait measured on the recording day when heat stress occurred was used as the reference level. The drop in daily milk traits was determined in the 1<sup>st</sup> (test-day milk traits measured within 35 days) and 2<sup>nd</sup> (test-day milk traits measured between 35 and 70 days) milk recording after heat stress. The persistency of the effect of heat stress as a drop in daily milk traits were analysed separately for each region (Eastern, Central and Mediterranean Croatia).

## Results and discussion

The amount of drop in daily milk traits in subsequent milk recordings (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup>) after detection of heat stress at different THI values (65, 70 and 75) in regard to the region (Eastern, Central and Mediterranean Croatia) in is presented in Tables 1, 2 and 3.

Table 1. Drop in daily milk traits in the subsequent milk recordings after detection of heat stress regarding the region of breeding (Eastern, Central and Mediterranean Croatia) when THI  $\geq$  65

Region	1 <sup>st</sup> milk recording after heat stress			2 <sup>nd</sup> milk recording after heat stress		
	DMY, kg	DFC, %	DPC, %	DMY, kg	DFC, %	DPC, %
Eastern	4.30	0.08	0.01	5.75	0.09	0.00
Central	3.00	0.14	0.03	3.60	0.18	0.05
Mediterranean	5.20	-0.05	-0.06	5.74	0.09	-0.07

\*DMY – daily milk yield, kg; DFC – daily fat content, %; DPC – daily protein content, %

In the first parity Holstein cows bred in Eastern Croatia, that experienced statistically significant ( $P < 0.05$ ) decrease of daily milk yield at THI = 65, in the 1<sup>st</sup> subsequent milk recording the daily milk yield dropped for 4.30 kg/day, while in the 2<sup>nd</sup> subsequent milk recording the drop in milk production was even higher (5.75 kg/day). Even higher drop in daily milk yield experienced animals bred in Mediterranean region (5.20 kg/day and 5.74 kg/day in 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> subsequent milk recordings, respectively), while the lowest drop in daily milk yield were determined in cows in Central region. The amount of determined drop in daily milk contents (fat and protein) in the subsequent milk recordings was highest in cows bred in Central region.

Table 2. Drop in daily milk traits in the subsequent milk recordings after detection of heat stress regarding the region of breeding (Eastern, Central and Mediterranean Croatia) when THI  $\geq$  70

Region	1 <sup>st</sup> milk recording after heat stress			2 <sup>nd</sup> milk recording after heat stress		
	DMY, kg	DFC, %	DPC, %	DMY, kg	DFC, %	DPC, %
Eastern	4.12	0.09	0.02	5.66	0.27	0.02
Central	2.66	0.14	0.06	3.44	0.23	0.09
Mediterranean	4.28	0.17	0.05	5.43	0.11	0.01

\*DMY – daily milk yield, kg; DFC – daily fat content, %; DPC – daily protein content, %

The effect of heat stress in first parity Holsteins that experience statistically significant ( $P < 0.05$ ) decrease of daily milk yield at THI = 70 (Table 2) and THI = 75 (Table 3) persisted in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> subsequent milk recordings. The cows bred in Mediterranean region had highest, while the cows bred in Central Croatia had lowest drop in daily milk yield at both subsequent milk recordings. Furthermore, in all cows, the higher drop was determined in 2<sup>nd</sup> subsequent milk recording indicating high persistency of heat stress. The analysis of drop in daily milk contents,

fat and protein, showed a higher drop in daily fat than protein content with highest drop in cows bred in Central Croatia.

Table 3. Drop in daily milk traits in the subsequent milk recordings after detection of heat stress regarding the region of breeding (Eastern, Central and Mediterranean Croatia) when THI  $\geq$  75

Region	1 <sup>st</sup> milk recording after heat stress			2 <sup>nd</sup> milk recording after heat stress		
	DMY, kg	DFC, %	DPC, %	DMY, kg	DFC, %	DPC, %
Eastern	3.41	0.07	0.07	4.99	0.14	0.07
Central	2.41	0.14	0.08	3.17	0.25	0.11
Mediterranean	5.64	-0.16	0.01	6.89	-0.08	0.03

\*DMY – daily milk yield, kg; DFC – daily fat content, %; DPC – daily protein content, %

In accordance to many studies (Kadzere et al. 2002, Bohmanova 2006, Collier et al. 2006, Ganter et al. 2017, Hansen 2013) the THI threshold values depend on a variety of factors, for instance: production level, parity, breed, region. According to Du Preez et al. (1990a, b), heat stress affects milk production and feed intake when THI values exceed 72. Bouraoui et al. (2002) set the threshold at 69, while Bernabucci et al. (2010) and Collier et al. (2012) set in at 68. Vitali et al. (2009) warned of the increased risk of cows' death when THI reaches 80. The results of this analyses showed that the lower is THI threshold value (65 / 70 / 75), the higher is the drop in daily milk yield in subsequent milk recordings. Also, the highest drop of daily milk yield was determined in Mediterranean region with a tendency of drop increase in the 2<sup>nd</sup> subsequent milk recording. On the other hand, cows bred in Central region had a lowest drop of daily milk yield with the same tendency to drop increase in the 2<sup>nd</sup> subsequent milk recording. These results indicate that the negative effect of heat stress was more pronounced and more persistent in cows bred in Mediterranean and Eastern Croatia, as well as in cows more susceptible to heat stress (heat stressed at lower the THI threshold values).

## Conclusion

The results of this research indicate significant difference in cows' response to heat stress effect due to region of breeding and animal's susceptibility to heat stress. The negative effect of heat stress was more pronounced and more persistent in cows bred in Mediterranean and Eastern Croatia. Also, the negative effect of heat stress was more pronounced and more persistent in cows that were more susceptible to heat stress (heat stressed at the lower THI threshold values).

## References

1. Battisti, D.S., Naylor, R.L. (2009) Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. *Science*, 323, 240-244. DOI: <https://dx.doi.org/10.1126/science.1164363>
2. Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L.H., Rhoads, R.P., Ronchi, B., Nardone, A. (2010) Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domestic ruminants. *Animal*, 4, 1167-1183. DOI: <https://dx.doi.org/10.1017/S175173111000090X>
3. Bohmanova, J. (2006) Studies on genetics of heat stress in US Holsteins. PhD thesis. Athens: University of Georgia.
4. Bohmanova, J., Misztal, I., Cole, J.B. (2007) Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *Journal of Dairy Science*, 90, 1947-1956.
5. Bouraoui, R., Lahmar, M., Majdoub, A., Djemali, M., Belyea, R. (2002) The relationship of temperature humidity-index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Animal Research*, 51, 479-491.



6. Casa, A.C., Ravelo, A.C. (2003) Assessing temperature and humidity conditions for dairy cattle in Cordoba, Argentina. *International Journal of Biometeorology*, 48, 6–9. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s00484-003-0179-x>
7. Collier, R.J., Dahl, G.E., van Baale, M.J. (2006) Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89, 1244-1253. DOI: [https://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72193-2](https://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72193-2)
8. Collier, R.J., Hall, L.W. (2012) Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance. Tucson, Arizona: Department of Animal Sciences, University of Arizona.
9. Correa-Calderon, A., Armstrong, D., Ray, D., de Nise, S., Enns, M., Howison, C. (2004) Thermoregulatory responses of Holstein and Brown Swiss heat-stressed dairy cows to two different cooling systems. *International Journal of Biometeorology*, 48, 142-148. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s00484-003-0194-y>
10. Du Preez, J.H., Giesecke, W.H., Hattingh, P.J. (1990a) Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. I. Temperature-humidity index mean values during the four main seasons. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 57, 77-86.
11. Du Preez, J.H., Hattingh, P.J., Giesecke, W.H., Eisenberg, B.E. (1990b) Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. III. Monthly temperature-humidity index mean values and their significance in the performance of dairy cattle. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 57, 243-248.
12. Gantner, V., Mijić, P., Kuterovac, K., Solić, D., Gantner, R. (2011) Temperature-humidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle. *Mljekarstvo*, 61 (1), 56- 63.
13. Gauly, M., Bollwein, H., Breves, G., Brügemann, K., Dänicke, S., Das, Demeler, J.G., Hansen, H., Is-selstein, J., König, S., Lohölter, M., Martinsohn, M., Meyer, U., Potthoff, M., Sanker, C., Schröder, B., Wrage, N., Meibaum, B., von Samson-Himmelstjerna, G., Stinshoff, H., Wrenzycki, C. (2013) Future consequences and challenges for dairy cow production systems arising from climate change in Central Europe—A review. *Animal*, 7, 843-859.
14. GIRA – Consultancy and Research Prospective and Strategie (2012) World and EU dairy through 2016. [Online]. Available at: [http://ec.europa.eu/agriculture/milk/background/jm-2012-12-12/01-gira\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/milk/background/jm-2012-12-12/01-gira_en.pdf) [Accessed 14 March 2018].
15. Hammami, H., Bormann, J., M'hamdi, N., Montaldo, H.H., Gengler, N. (2013) Evaluation of heat stress effects on production traits and somatic cell score of Holsteins in a temperate environment. *Journal of Dairy Science*, 96, 1844–1855. DOI: <https://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5947>
16. Hansen, P.J. (2013) Genetic control of heat stress in dairy cattle. In: Proceedings 49th Florida Dairy Production Conference, Gainesville, April 10, 2013.
17. Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (2007) Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
18. Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N., Maltz, E. (2002) Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 77, 59-91.
19. Kibler, H.H. (1964) Environmental physiology and shelter engineering. LXVII. Thermal effects of various temperature-humidity combinations on Holstein cattle as measured by eight physiological responses. *Research Bulletin*, University of Missouri, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station, 862.
20. Ravnolo, O., Misztal, I., Hoogenboom, G. (2000) Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. *Journal of Dairy Science*, 83, 2120-2125. DOI: [https://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75094-6](https://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75094-6)
21. SAS Institute Inc. (2000) SAS User's Guide, version 8.2 edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
22. Segnalini, M., Bernabucci, U., Vitali, A., Nardone, A., Lacetera, N. (2013) Temperature humidity index scenarios in the Mediterranean basin. *International Journal of Biometeorology*, 57, 451–458. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s00484-012-0571-5>
23. Smith, D.L., Smith, T., Rude, B.J., Ward, S.H. (2013) Short communication: Comparison of the effects of heat stress on milk and component yields and somatic cell score in Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, 96, 3028–3033. DOI: <https://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5737>

24. St-Pierre, N.R., Cobanov, B., Schnitkey, G. (2003) Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science*, 86, 52–77.
25. Vitali, A., Sagnalini, M., Bertocchi, L., Bernabucci, U., Nardone, A., Lacetera, N. (2009) Seasonal pattern of mortality and relationships between mortality and temperature humidity index in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92, 3781-3790.
26. West, J.W., Hill, G.M., Fernandez, J.M., Mandevvu, P., Mullinix, B.G. (1999) Effect of dietary fiber on intake, milk yield, and digestion by lactating dairy cows during cool or hot, humid weather. *Journal of Dairy Science*, 82, 2455-2465. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21237-7>
27. West, J.W. (2003) Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86, 2131-2144. DOI: [https://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73803-X](https://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X)

## Razlike u perzistenciji utjecaja toplinskog stresa u Holstein prvotelki uslijed regije uzgoja

### Sažetak

U cilju utvrđivanja perzistencije utjecaja toplinskog stresa u prvotelki Holstein pasmine u ovisnosti o regiji uzgoja analizirani su zapisi na kontrolni dan preuzeti od Hrvatske poljoprivredne agencije. Krave u kojih je utvrđen statistički signifikantan pad dnevne količine mlijeka pri definiranim vrijednostima temperaturno-humidnog indeksa – THI (65, 70 i 75) uključene su u daljnju analizu. Perzistencija utjecaja toplinskog stresa obzirom na dnevna svojstva mliječnosti definirana je kao apsolutni pad u sukcesivnim kontrolama mliječnosti (1. i 2.). Rezultati ovoga istraživanja ukazuju na značajnu razliku u reakciji krava na toplinski stres u ovisnosti o regiji uzgoja te osjetljivosti grla na toplinski stres. Negativni utjecaj toplinskog stresa bio je izraženiji te dugotrajniji u krava uzgajanih u mediteranskoj te istočnoj Hrvatskoj. Nadalje, negativni utjecaj toplinskog stresa bio je izraženiji i dugotrajniji u krava osjetljivijih na toplinski stres (u toplinskom stresu pri nižim vrijednostima THI).

**Ključne riječi:** toplinski stres, perzistencija, Holstein prvotelke, dnevna svojstva mliječnosti, regija uzgoja

## Primjena infracrvene termografije u konjogojstvu

Maja Gregić<sup>1</sup>, Kristina Zirn<sup>1</sup>, Mirjana Baban<sup>1</sup>, Dragan Dokić<sup>2</sup>, Tina Bobić<sup>1</sup>, Vesna Gantner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: mgregic@fazos.hr

<sup>2</sup>Općina Erdut, Bana Josipa Jelačića 4, Dalj, Hrvatska

### Sažetak

Cilj rada je prikazati istraživanja koja se temelje na primjeni infracrvene termografije u konjogojstvu. Termografska kamera bilježi zračenje u infracrvenom pojasu elektromagnetskog spektra (0.9-14 mikrometara) i stvara sliku koju nazivamo termogram. Termografija danas postaje sve popularnija metoda pri dijagnosticiranju mišićno-koštanih i neuroloških ozljeda kod konja, posebice nespecifične hromosti konja. Budući da je termografija potpuno neinvazivna, pružapregled konja bez da se ga dotakne, što neće prouzrokovati stres ili nelagodu kod životinje. Termografiju konja smatramo iznimno korisnom pri radu kod sportskih konja u treninzima. Gledajući u budućnost povremena rutinska termografska procjena radnog ili sportskog konja mogla bi pomoći pri osmišljavanju programa prevencije ozljeda, ali trenutno se zahtijevaju veća istraživanja kako bi se pokazala korisnost. Postati djelotvornim termo-grafičarom zahtijeva temeljitu obuku, upravo zbog toga što se termogramilako manipuliraju promjenom uvjeta okoline ili lošom pripremom konja. Potrebno je vrsno iskustvo za razlikovanje normalnih i patoloških varijacija temperature na površini tijela konja.

**Ključne riječi:** infracrvene termografije, primjena, konj, termogram

### Uvod

Zbog vrlo brzog tehnološkog razvoja znanosti i uređaja, imamo razne metode istraživanja koje nam mogu biti od velike pomoći. Jedna takva metoda je infracrvena termografija, metoda mjerenja temperature tijela. Ima vrlo široku primjenu: u građevinarstvu, u nadziranju procesa, u ispitivanju kvaliteta proizvoda, u medicinskim dijagnostikama, kod preventivnih bolesti, itd. Termografska kamera bilježi zračenje u infracrvenom pojasu elektromagnetskog spektra (0.9-14 mikrometara) i stvara sliku koju nazivamo termogram. Sva tijela ovisno o njihovoj temperaturi emitiraju infracrveno zračenje, prema zakonu zračenja crnog tijela. Termografija omogućava promatranje okoline bez osvjetljenja što je prvo primjenjivala vojska i policija, a danas sve više lovci i znanstvenici kod promatranja životinja. Gledani termografskom kamerom topli predmeti se dobro ističu u odnosu na hladnije tako su konji i druge toplokrvne životinje dobro vidljive. Cilj rada je prikazati istraživanja koja se temelje na primjeni infracrvene termografije u konjogojstvu.

### Infracrvena termografija

Znanstvena metoda mjerenja temperature i njezine raspodjele na površini nekoga tijela, utemeljena na mjerenju intenzitete infracrvenog zračenja promatranog tijela, naziva se infracrvena termografija (IC termografija) (Švaic i sur., 2003.). Soroko i Howell (2018.) za IC

termografijutvrde kako je to zapravo tehnika snimanja koja bilježi promjene temperature na površini tijela koje mogu ukazivati na upalne, vaskularne ili neurološke poremećaje. Pravilna upotreba termografije za procjenu površinskih objekata zahtijeva kontrolirano okruženje i strogo pridržavanje protokola snimanja kako bi se uklonile pogreške u tumačenju (Bobić i sur. 2016.). IC termografski sustavi danas predstavljaju visoko unaprijeđene alate za mjerenje temperature i njene raspodjele na površini nekog tijela (Švaić i sur., 2003.). Zbog intenzivnog tehnološkog razvoja došlo je do visokog razvoja IC senzora koji omogućuju dobru analizu dobivenih termograma. Nije se ništa drastično promijenilo u IC optici, već su samo dimenzije prilagođene vrsti i veličini kamere. Soroko i Howell (2018.) ističu kako će svaki objekt s temperaturom iznad apsolutne nule emitirati zračnu energiju prema Stefanu-Boltzmannovom zakonu, prema kojem je ukupna izračena snaga proporcionalna četvrtoj snazi apsolutne temperature objekta. Takav fizički zakon prijenosa topline zračenja, koji povezuje detektiranu snagu s temperaturom, prikazujemo uz pomoć infracrvene termografije. Vainionpää (2016.) ističu da promjene temperatura u površinskim područjima mogu ukazivati na bolesti i bolna stanja. Termografsko snimanje je metoda kojom se otkrivaju superficijalne fiziološke promjene te da se obično mogu primijetiti fiziološke promjene prije mogućih anatomskih promjena. Metoda infracrvenog snimanja na toplokrvnim životinjama i ljudima temelji se na fenomenu infracrvenog zračenja subjekta. Njegova zračena toplina, ili emitirana toplina (fotoni), može se detektirati infracrvenom termografskom kamerom te se slika (termogram) može formirati za golo oko (Vainionpää, 2016.). Učinkovitost kojom površina emitira infracrveno zračenje naziva se njezinom emisivnošću (Soroko i Howell, 2018.). Biološki materijali kao što su koža i dlaka imaju uglavnom visoku emisivnost, što čini te površine učinkovitim infracrvenim snimanjima. Nedostatak u termografiji konja predstavlja nedovoljno znanja o emisivnosti površina konja koje ograničava točnost mjerenja temperature, no kako se u praksi pretpostavlja da je emisivnost u rasponu od 0,98 do 1,0, što će imati minimalan utjecaj na točnost izmjere.

### Termografski uređaji

U termografski sustav ubrajamo termografsku kameru i jedinicu za obradu termograma, odnosno programa na osobnom računaru (Švaić i sur., 2003.). Vainionpää (2016.) daje prednost termografskog snimanja, u odnosu na ultrazvuk, radiološki pregled i magnetsku rezonancu (MRI), zato što je to sigurna, beskontaktna i ne radioaktivna metoda za otkrivanje i vizualizacije fizioloških promjena na tkivima. Prema Soroklu i Howellu (2018.) termalna kamera je uređaj za snimanje infracrvenog zračenja na dvodimenzionalni niz detektora koji daje električni izlaz, gdje se izmijenjena verzija Stefana-Boltzmannova zakona koristi za izračun temperature u svakom dijelu vidnoga polja, a izlaz se izražava u bojama slike kodirane za temperaturu, odnosno termogram. Uz vizualni pregled, termogrami se mogu još dodatno obraditi uz pomoću softvera za termografsku analizu da bi se iz slike izvukla što preciznije informacija o temperaturi (npr. srednja temperatura unutar određenih područja koja istražujemo) (Soroklo i Howell, 2018.).

### Primjena infracrvene termografije

Soroko i Howellu (2018.) su u svom istraživanju prikazali nekoliko primjena infracrvene termografije u konjogojstvu. Termografija predstavlja komplementarni dijagnostički alat u veterinarskoj medicini jer ukazuje na bilo koje područje abnormalnosti. Tijekom procesa zacjeljivanja može detektirati regresiju upale te pratiti učinkovitost protuupalnog liječenja. Unutarnji i vanjski čimbenici značajno utječu na temperaturu površine tijela. Pravilna

upotreba termografije za procjenu površinskih toplinskih uzoraka zahtijeva kontrolirano okruženje. Fiziološko stanje konja mora se uzeti u obzir kako bi se smanjila varijabilnost i eliminirale pogreške u interpretacijetermograma. Visok stupanj simetrije između kontralateralnih dijelova tijela u zdravog konja ipak daje naslutiti na patološka stanja povezanih s raznim upalnim poremećajima. Toplinska asimetrija može ukazivati na neke abnormalnosti. Termografija je pomogla u dijagnosticiranju raznih ozljeda ekstremiteta kao što su tendinopatija, upala koljena, upala karpalnog i tarzalnog zgloba. Primijenjena je u neuromuskularnoj bolesti torakolumbarnog područja, kod mišićne i spinozne upale torakalnih kralježaka, kod subluksacije trećeg lumbalnog kralješka. Dobru je učinkovitost kombinacije termografije i ultrazvuka kod otkrivanja abnormalnosti leđa. Izjednačavanje „vruće točke“ s upalnim područjem a ultrazvukom dokaz odnosno potvrdili o upalnim područjima. Redovnim termografskim pregledima kod trkaćih konja utvrđene susubkliničke abnormalnosti prednjih nogu, povezanih s tendinopatijom, bukiranom potkoljenicom i preopterećenjem tetiva. Termografijom kopita može se utvrditi asimetrično opterećenje ekstremiteta. Prilikom trčanja na tvrdoj podlozi povišenje temperature pokazuje koja strana kopita zauzima veće opterećenje. Djelotvorna je termografija i kod otkrivanja dubokih kožnih rana. Međunarodna konjička federacija (FEI) odobrava termografiju kao metodu otkrivanja preosjetljivosti kod sportskih konja tijekom sportskih natjecanja. Snaga termografije leži u sposobnosti pružanja fizioloških informacija o ozljedi i lokalizaciji (Soroko i Howells, 2018.). Autio i sur. (2006.) pomoću termografije razmotrili su utjecaj pasmine i toleranciju na hladnoće. McLaughlin i EasyCare (2011.) navode da je infracrvena termografija alat koji daje objektivne podatke o cirkulaciji kopita, te u ispitivanjima stvarnih povećanja temperature i promjena uzoraka topline omogućuje usporedbu stvarnog statusa kopita. Yanmaz i Okumus (2014.) tvrde da prilikom ocjenjivanja konja pomoću infracrvene termalne kamere može biti korisno ako se uzmu u obzir ne samo vanjski čimbenici (temperatura okoline, aklimatizacija, svjetlo i zrak), već i čimbenici povezanih sa životinjom (pasmina, boja dlake i uporaba). Trening uzrokuje značajan porast površine temperature tjelesne (veći kod kobilica nego u pastuha). Nakon treninga prednji udovi imaju veću temperaturu od stražnjih. Nema podataka o utjecaju boje dlake na termogram. Općenito se prihvaća da tamni slojevi dlake apsorbiraju više sunčevog zračenja nego svjetlosni slojevi koji mogu utjecati na termogram. Pavelski i sur. (2015.) utvrđuju da je idealno vrijeme za boravak konja u sobi s kontroliranom temperaturom trideset minuta kako bi se pomoću termografije utvrdila ozljeda kod konja. Ciutacu i sur. (2006.) navode da se termografija može koristiti za utvrđivanje upala u području koje je bilo bolno na palpaciju i/ili kako bi se otkrilo područje povećanog protoka krvi kada nema boli. Može se koristiti prije i nakon treninga za procjenu vaskulature i protoka krvi do tkiva. „Vruća točka“ pojavljuje se na mjestu ozljede i može se otkriti do dva tjedna prije nego se pojave otekline i bolovi nad tetivom.

### Zaključak

Termografija danas postaje sve popularnija metoda pri dijagnosticiranju mišićno-koštanih i neuroloških ozljeda i hromosti konja. Budući da je termografija potpuno neinvazivna dopušta pregled konju da bude pregledan bez da ga se dotakne, što neće prouzrokovati stres ili nelagodu kod životinje. Termografiju konja smatramo iznimno korisnom pri radu kod sportskih konja u treninzima. Gledajući u budućnost povremena rutinska termografska procjena radnog ili sportskog konja mogla bi pomoći pri osmišljavanju programa sprječavanju ozljeda, ali trenutno se zahtijevaju veća istraživanja kako bi se pokazala korisnost. Postati djelotvornim termografičarom zahtijeva temeljitu obuku uporabi i tumačenju termograma konja. Potrebno je vrsno iskustvo za razlikovanje normalnih i patoloških varijacija temperature na površini konja.

## Literatura

1. Autio, E., Neste, R., Airaksinen, S., Heiskanen, M.L. (2006): Measuring the Heat Loss in Horses in Different Seasons by Infrared Thermography. Equine Information Centre University of Kuopio. Journal of Applied Animal Welfare Science, 9(3), 211–22.
2. Bobić, T., Mijić, P., Gregić, M., Baban, M. i Gantner, V. (2016): Primjena termovizijske kamere u ranom otkrivanju bolesti papaka mliječnih krava. Krmiva, 58 (2), 55-59.
3. Ciutacu, O., Tanase, A., Miclaus, I. (2006): Digital Infrared Thermography in Assessments of Tissues Injuries on Sport Equines. Buletinul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca, Seria Medicină Veterinară 63, 228-233.
4. McLaughlin, D., EasyCare, Inc. (2011): To Investigate Temperature and Heat Patterns In The Feet of Horses Using Different Types of Hoof Protection At Endurance Rides. A Preliminary Study Using Infrared Thermography.
5. Pavelski, M., Basten, M. da S., Busato, E., Triches, Dornbusch, P. (2015): Infrared thermography evaluation from the back region of healthy horses in controlled temperature room. Ciência Rural, Santa Maria, 45 (7), 1274-1279.
6. Soroko, M., Howell, K. (2018): Infrared Thermography: Current Applications in Equine Medicine. Journal of Equine Veterinary Science, 60, 90-96.
7. Švaić, S., Boras, I., Dović, D., Suša, M., Drviš, P., Shejbal, D. (2003): Infracrvena termografija – drugi par očiju. EGE, Energetika, Gospodarstvo, Ekologija, Etika, 1, 94-96.
8. Vainionpää, M. (2016): Thermographic Imaging in Cats and Dogs Usability as a Clinical Method. Dissertationes Scholae Doctoralis ad Sanitatem Investigandam Universitatis Helsinkiensis. Finland.
9. Yanmaz, L. E., Okumus, Z. (2014): Using Infrared Thermography to Detect Corneal and Extremity Temperatures of Healthy Horses. Journal of Veterinary Medicine 69 (1), 20-23.

## Application of infrared thermography in horse breeding

### Abstract

The aim was to show the research that is based on the application of infrared thermography in horse breeding. The thermographic camera records radiation in the infrared band of the electromagnetic spectrum (0.9-14 micrometres) and creates an image which is called a thermogram. Thermography has become an increasingly popular method for diagnosing musculoskeletal and neurological injuries in horses, especially nonspecific lameness of horses. Since the thermography is completely non-invasive, it provides a preview of the horse without touching it, which will not cause stress or discomfort in the animal. Furthermore, thermography of horses is considered to be extremely useful when working with sports horses in trainings. Looking at the future, an occasional routine thermographic assessment of a workhorse or sport horse might help to design an injury prevention program, but more research is currently required to prove usefulness. To become an effective thermographic designer requires training, precisely because thermograms are easily manipulated by changing environmental conditions or bad horse preparation. Also, excellent experience is required to distinguish normal and pathological variations of temperature on the surface of the horse's body.

**Keywords:** infrared thermography, application, horse, thermogram

## Analiza pedigrea konja kasačkih pasmina u Srbiji

Slavica Milovac<sup>1</sup>, Ljuba Štrbac<sup>1</sup>, Momčilo Šaran<sup>1</sup>,  
Snežana Trivunović<sup>1</sup>, Mirjana Baban<sup>2</sup>, Maja Gregić<sup>2</sup>, Klemen Potočnik<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 8,  
Novi Sad, Srbija; e-mail: ljuba.strbac@stocarstvo.edu.rs

<sup>2</sup>Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska

<sup>3</sup>Biotehnički fakultet, Univerzitet u Ljubljani, Groblje 3, Domžale, Slovenija

### Sažetak

Cilj ovoga rada je da se na osnovu baze podataka o podrijetlu grla kasačkih pasmina konja koji se nalaze u evidenciji Udruženja za kasački sport Srbije izračunaju parametri populacije u softveru specijaliziranom za analizu pedigrea. Ukupan broj grla je iznosio 2.655, oždrijebljenih u razdoblju od 1926. do 2010. godine. Obrada podataka je izvršena primjenom online softvera PopRep 2.0, a izračunati su sljedeći parametri populacije: popunjenost pedigrea po godinama, koeficijent inbridinga i generacijski interval. Prosječna popunjenost pedigrea za promatranu populaciju kasača za posljednjih deset godina se kretala od 47,4% u 6. generaciji, do 100% u 1. generaciji. Kod najvećeg broja grla, koeficijent uzgoja u srodstvu se kretao od 0-5% i iako je imao tendenciju povećanja, prosječan koeficijent inbridinga po godini rođenja je bio nizak. Generacijski interval na razini populacije je u prosjeku iznosio 11,9 godina, dok je za kobile iznosio 10,4 godine, a za pastuhe 13,3 godine. U daljnjem radu treba nastojati da se podaci koji su do sada prikupljeni upotpune, kako bi se povećala popunjenost pedigrea i točnost ocjene ostalih parametara populacije.

**Gljučne reči:** popunjenost pedigrea, inbriding, generacijski interval, kasači

### Uvod

Kasači su konji koji se koriste za utrke, prvobitno su razvijeni u Americi, potom u Francuskoj i Rusiji, a zatim i u drugim zemljama. U uzgoju kasača cilj je proizvesti dobre trkačke konje pri čemu brzina predstavlja najvažnije svojstvo i osnovni kriterij za selekciju. Međutim, tradicionalno jak akcenat na selekciju pastuha može dovesti do povećanja genetskih doprinosa manjeg broja predaka, ali i do povećanja stope inbridinga. Stoga rezultati dobijeni analizom pedigrea trebaju poslužiti za definiranje odgovarajućih shema parenja, kao i za upravljanje genetskom varijabilnošću (Folch i Jordana, 1998.).

U uzgoju životinja genealoške informacije su važne za genetsku procjenu grla i ocjenu genetske varijabilnosti (de Rochambeau i sur., 2000.). Pedigre predstavlja skup informacija pomoću kojih možemo pratiti povezanost jedinke sa svojim precima. Uspješno provođenje selekcije u uzgoju vrhunskih konja, bez podataka koji se nalaze u pedigreu, nije moguće. Pedigre uzgajivaču treba pružiti relevantne informacije koje mu pomažu pri selekciji, odnosno odabiru roditeljskih paro-

va, s ciljem da se dobije vrhunsko sportsko grlo. Cilj ovog istraživanja je bio da se dobiju rezultati o potpunosti pedigreea, inbridingu i generacijskom intervalu koji trebaju poslužiti kao osnova za daljnja i preciznija proučavanja genetske varijabilnosti u populaciji konja kasačkih pasmina.

### Materijal i metode

U istraživanju su korišteni podaci formirani iz baze podataka o porijeklu grla kasačke rase konja koji se nalaze u evidenciji Udruženja za kasački sport Srbije. Ukupan broj grla je iznosio 2.655, koja su oždrebljena u periodu od 1926. do 2010. godine. Pedigre fajl se sastojao od pet kolona: šifra životinje, šifra oca, šifra majke, datum rođenja grla i pol. Obrada podataka je izvršena primenom onlajn softvera PopRep 2.0 (Groeneveld i sur., 2009.), a izračunati su sljedeći parametri populacije: potpunost pedigreea po godinama (MacCluer i sur., 1983.), koeficijent inbridinga (Wright, 1921.) i generacijski interval definiran kao prosječna starost roditelja u trenutku rođenja njihovog potomstva, a čija je dužina trajanja izračunata po više kriterija: OS-između oca i sina, OK-između oca i kćerke, MS-između majke i sina, MK-između majke i kćerke, P-za pastuhe, K-za kobile i Pop-za cijelu populaciju.

### Rezultati i diskusija

Pri izračunavanju koeficijenta inbridinga dužina i potpunost pedigreea imaju veliki utjecaj na ishod obračuna. Popunjenost pedigreea se izražava indeksom potpunosti. Indeks potpunosti pedigreea se opisuje kao potpunost svakog pretka u pedigreu roditeljske generacije (MacCluer i sur., 1983). Prosječna potpunost pedigreea za promatrane populacije kasača u posljednjih deset godina iznosila je: g1- 1 generacija unazad: 100%; g2- 2 generacija unazad: 91,7%; g3- 3 generacija unazad: 77,9%; g4- 4 generacija unazad: 66,4%; g5- 5 generacija unazad: 56,1%; g6- 6 generacija unazad: 47,4%.

Giontella i sur. (2018.) su u istraživanju na talijanskoj autohtonoj pasmini Maremmano koristili podatke od 12.368 grla oždrebljenih u razdoblju od 1980. do 2015. godine. Popunjenost pedigreea je bila vrlo visoka i iznosila je u trećoj generaciji 90% i više od 70% u petoj generaciji. Cervantes i sur. (2008.) su u istraživanju na Španjolskom arapskom konju izračunali potpunost pedigreea od 90% do šeste generacije, a Druml i sur. (2009.) su na populaciji Noričkih konja izračunali potpunost od 90% do devete generacije. Robinson (2015.) je u cilju ispitivanja povezanosti inbridinga i performansi kod Hanoveranskog sportskog konja na populaciji od 84.724 grla, oždrebljenih u razdoblju od 1990. do 2009. godine formirao pedigre file, koji je sadržao podatke o porijeklu do 37. generacije, a kompletnost pedigreea je bila 100% do treće generacije i čak 80% grla je imalo kompletan pedigre do šeste generacije.

Inbriding je jedna od metoda kojom se provodi selekcija, odnosno kojom se može povećati frekvencija poželjnih gena u populaciji. Izračunate vrijednosti koeficijenta inbridinga prikazane su u 11 klasa, koje su rangirane s razmakom od 5% (Tablica 1).

Tablica 1: Broj životinja prema razini inbridinga u razdoblju od 1926. do 2010. godine

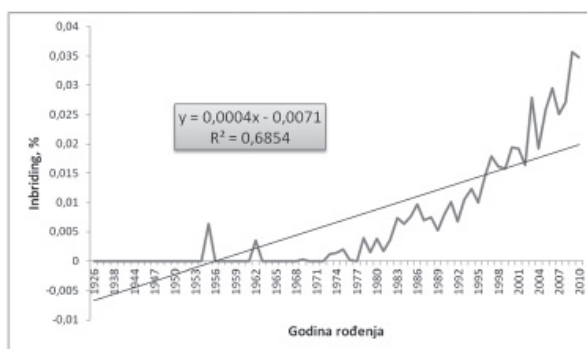
Inbriding, %	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-40	40-50	=>50
Broj životinja	2494	156	4	0	0	1	0	0	0

Na osnovu rezultata iz Tablice 1. je vidljivo da od 2.655 jedinki, 2.494 grla ima stupanj uzgoja u srodstvu od 0-5%, da je kod 156 grla izračunat stupanj inbridinga od 6-10%, zatim od 11-15%



kod 4 grla, a koeficijent inbridinga od 26-30% ima jedno grlo. Stupanj inbridinga preko 30% nije imalo nijedno grlo. U istraživanju Giontella i sur. (2018.) na populaciji autohtone pasmine Maremmano prosječan koeficijent inbridinga bio je 2,94% s tendencijom povećanja za 0,1% po godini. Klemetsdal (1998.) je ispitivao efekat inbridinga na trkačke performanse kod Norveškog hladnokrvnog kasača, za grla oždriježljena od 1972. do 1998. godine. Mjerenja su izvršena u 4 populacije, podijeljene po spolu i dobi. Rezultati analize su pokazali da inbriding nema utjecaja na trkačke performanse. U istraživanju Cothran i sur. (1984.) ispitivan je utjecaj inbridinga na reproduktivne performanse, gde su autori došli do rezultata da je inbriding u promatranoj populaciji kasača iznosio 0,103 a trendom povećanja, ali bez utjecaja na reproduktivne sposobnosti grla, dok je inbriding kod pasgera iznosio 0,074 gde su se reproduktivne performanse smanjivale s povećanjem stupnja inbridinga.

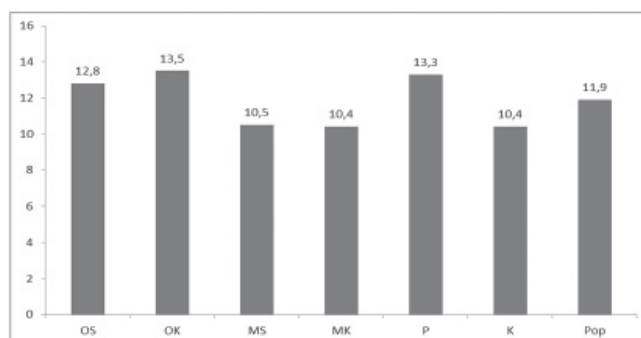
Grafikon 1. prikazuje rezultate koji se odnose na stopu promjene prosječnog koeficijenta inbridinga po godini oždriježljenja od 1926. do 2010. godine.



Grafikon 1: Prosječna razina inbridinga po godinama u razdoblju od 1926. do 2010. godine

Prema podacima iz grafikona 1 vidljivo je da se koeficijent inbridinga u promatranom razdoblju povećavao, što prije svega tumačimo povećanom popunjenosti pedigrea, odnosno dostupnim podacima.

Trivunović (2012.) navodi da postoji više različitih definicija generacijskog intervala, a neke od njih su: prosječna starost roditelja kada su rođeni njihovi potomci odabrani za rasplod i vrijeme potrebno za zamjenu jedne generacije sljedećom. Iz Grafikona 2. su vidljive vrijednosti generacijskog intervala izražene prema više kriterija u promatranoj populaciji.



Grafikon 2: Generacijski interval u ispitivanoj populaciji kasača (OS – otac sin; OK – Otac kćerka; MS – majka sin; MK – majka kćerka; P – pastusi; K – Kobile; Pop – populacija)

Prosječan generacijski interval u cijeloj populaciji iznosio je 11,9 godina, dok je generacijski interval pastuha 13,3 godine, a kobila 10,4 godine. Prosječan generacijski interval između oca i sina je 12,8 godina, otac-kćerka 13,5 godina, dok su generacijski intervali između majki i potomstva iznosili majka-sin 10,5 godina, a majka-kćerka 10,4 godine (Grafikon 2.).

U istraživanju Giontella i sur. (2018.) prosječan generacijski interval bio je  $10,65 \pm 4,72$  godina, dok je taj interval u odnosu majka-kćerka  $10,15 \pm 4,45$  godina, a otac-kćerka  $10,99 \pm 4,93$  godine. U istraživanju Pjontek i sur. (2012.) navode rezultate prosječne starosti roditelja kod potomstva koje se koristi u daljem rasplodu, koji su iznosili kod hucula 11,14 godina, lipicanaca 11,61 godina, shagia arapa 12,27 god., slovačkog sportskog ponija 9,96 godina. Ranković i Mijatović (1998.) navode da bi usklađivanje broja pastuha s postojećim fondom kobila i njihovo intenzivnije korištenje doprinjelo da na osnovu većeg broja potomaka bude moguća objektivnija ocjena rasplodne vrijednosti pastuha. Na taj način, stvorili bi se preduvjeti za kvalitativno unaprjeđenje i brojno povećanje populacije kasača i omogućio bi se efikasniji selekcijski rad, imajući u vidu dug generacijski interval i slabu reproduktivnu sposobnost konja (Đermanović i sur. 2010.).

### Zaključak

Popunjenost pedigreea za 2010. godinu iznosila je 100% u prvoj generaciji, a u šestoj 47,4%. Izračunati parametar se nalazi na nižoj razini u usporedbi s vrijednostima dostupnim u literaturi. Kod najvećeg broja grla (2.494) koeficijent uzgoja u srodstvu se kretao od 0-5%, dok je kod 156 grla iznosio od 6-10%, zatim od 11-15% kod 4 grla, a koeficijent inbridinga od 26-30% ima jedno grlo. Stupanj inbridinga preko 30% nije izračunat ni za jedno grlo. Iako je imao tendenciju povećanja, prosječan koeficijent inbridinga prema godini oždrebljenja je bio nizak, što nam govori da životinje nisu parene u najužem srodstvu. Generacijski interval za promatranu populaciju u prosjeku iznosi 11,9 godina, dok je za kobile iznosio 10,4 godine, a za pastuhe 13,3 godine. Dobiveni rezultat odgovara generacijskom intervalu koji literatura navodi za ovu vrstu. U oplemenjivanju životinja cilj je da generacijski interval bude kraći jer se na taj način utječe na povećanje efekta selekcije. U daljem radu treba nastojati da se podaci koji su do sada prikupljeni upotpune i da se evidencija vodi sa što većom preciznošću i ažurnošću kako u pogledu porijekla tako i u pogledu rezultata postignutih na trkama. Podaci koji bi se trebali nalaziti u pedigreeu svakog grla čine smjernice za korištenje i odabir odgovarajuće strategije u procesu uzgoja, gde nam je cilj uzgoj vrhunskih sportskih grla koja će svoju superiornost prenositi na potomstvo.

### Literatura

1. Cervantes, I., Molina, A., Goyache, F., Gutierrez, J.P., Valera, M. (2008): Population history and genetic variability in the Spanish Arab Horse assessed via pedigree analysis. *Livestock Science*, 113, 24–33.
2. Cothran, E.G., MacCluer, J. W., Weitkamp, L. R., Pfennig, D. W., Boyce, A. J. (1984): Inbreeding and reproductive performance in Standardbred horses. *Journal of Heredity*, 75 (3): 220–224.
3. De Rochambeau, H., Hanocq, F.F., Vu Tien Khang, J. (2000): Measuring and managing genetic variability in small populations. *Annales de Zootechnie*, 49, 77–93.
4. Druml, T., Baumung, R., Sölkner, J. (2009): Pedigree analysis in the Austrian Noriker draught horse: genetic diversity and the impact of breeding for coat colour on population structure. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 126, 348–356.
5. Đermanović, V., Mitrović, S., Druml, T., Urošević, M., Novaković, M. (2010): Fenotipska varijabilnost i povezanost telesnih mera različitih genotipova kasača. *Radovi sa XXV savetovanja agronoma, veterinara i tehnologa* 17 (3-4): 171-176.
6. Folch, P., Jordana, J. (1998): Demographic characterization, inbreeding and maintenance of genetic diversity in the endangered Catalanian donkey breed. *Genetics Selection Evolution*, 30, 195–201.

7. Giontella, A., Pieramati, C., Silvestrelli, M., Sarti, F. M. (2018): Analysis of founders and performance test effects on an autochthonous horse population through pedigree analysis: structure, genetic variability and inbreeding. *Animal*, 1-10.
8. Groeneveld, E., Westhuizen, B., Maiwashe, A., Voordewind, F., & Ferraz, J. B. S. (2009): POPREP: a generic report for population management. *Genetics and Molecular Research*, 8(3), 1158-1178.
9. Klemetsdal, G. (1998): The effect of inbreeding on racing performance in Norwegian cold-blooded trotters. Department of Animal Science, Agricultural University of Norway, *Genetics Selection Evolution, BioMed Central*, 1998, 30 (4): 351-366.
10. MacCluer, J. W., Boyce, A. J., Dyke, B., Weitkamp, L. R., Pfenning, D. W., Parsons, C. J. (1983): Inbreeding and pedigree structure in Standardbred horses. *Journal of Heredity*, 74(6): 394-399.
11. Pjontek, J., Kadlečik, O., Kasarda, R., Horny, M. (2012): Pedigree analysis in four Slovak endangered horse breeds, *Czech J. Anim. Sci.*, 57 (2): 54-64.
12. Ranković, M., Mijatović, M. (1998): Demografska struktura populacije kasača u Jugoslaviji. *Savremena poljoprivreda*, 48 (1-2): 77-81.
13. Robinson, S.W. (2015): The correlation between inbreeding and performance in the Hanoverian Sport Horse. *Massey University*, 96pp.
14. Trivunović, S. (2012): Oplemenjivanje životinja. *Praktikum. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*, 105pp.
15. Wright, S. (1921): Coefficient of inbreeding and relationship, *The American Naturalist*, 56 (645): 330-338.

## Pedigree analysis of the trotter horse in Serbia

### Abstract

The aim of this paper was to calculate the parameters of the population in the software specialized for the pedigree analysis based on the origin data of the trotter horses in the register of the Association for Trotter horse of Serbia. The total number of horses was 2.655, which were born from 1926. to 2010. Data processing was done using the PopRep 2.0 online software, and the following population parameters were calculated: pedigree completeness, inbreeding coefficient and generation interval. The average pedigree completeness for the observed population for the last ten years was ranged from 47.4% in the 6th generation to 100% in the 1st generation. For most of horses, the inbreeding coefficient ranged from 0-5% and although it had a tendency to increase, the average coefficient of inbreeding per year of birth was low. Generation interval at the population level was on average 11.9 years, while for mares it was 10.4 years, and for stallions 13.3 years. In the further work, the data that has been collected so far needs to be completed in order to increase the level of pedigree completeness and the accuracy of the assessment of other parameters of the population.

**Key words:** pedigree completeness, inbreeding coefficient, generation interval, trotter horse

## Alternativni pristup liječenju kroničnog endometritisa kobilama primjenom inaktiviranog bakterijskog matriksa, smjese eteričnih ulja i propolisa

Nikica Prvanović Babić, Marija Lipar, Valerija Benko, Zrinka Štritof, Iva Getz, Marko Samardžija, Nino Mačešić, Silvio Vince, Juraj Grizelj, Tugomir Karadjole, Goran Bačić

*Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Odjel klinika, Heinzelova 55, 10000 Zagreb*

### Sažetak

U radu je analizirana mogućnost primjene homeopatskog preparata na bazi inaktiviranog bakterijskog matriksa, smjese eteričnih ulja i propolisa u svrhu konvergiranja kroničnog u akutni proces u svrhu lakšeg izlječenja u kliničkoj praksi. Retrospektivno su prikupljeni podaci o zaprimljenim kobilama, pacijenticama Klinike za porodništvo i reprodukciju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u posljednjih 7 godina (2011-2018) te je temeljem onih kod kojih je detektiran endometritis, razmatrana mogućnost primjene alternativnog pristupa. U predmetnom razdoblju na klinici su obrađene 603 kobile zbog različitih dijagnostičkih i terapijskih postupaka na spolnim organima. Radom su posebno obuhvaćene one pacijentice kod kojih klasični pristup liječenja prema uobičajenom kliničkom protokolu nije dao zadovoljavajući rezultat. U ukupnom broju kobilama zaprimljenih zbog sumnje na kronični endometritis prevladavale su kobile starije od 15 godina i sve su već bile u više navrata neuspješno terapijane primjenom antibiotika sa ili bez antibiograma. Od ukupno 126 kobilama koje su zaprimljene zbog sumnje na endometritis, kod njih 64 je on isključen temeljem dobivenih nalaza, kod 32 je izliječen perzistentni endometritis nakon pripusta ili UO, a kod preostalih 30 je utvrđen kronični endometritis. Zbog loše prognoze 16 kobilama nije liječeno i od reprodukcije se odustalo, a u preostalih 14 je primijenjena kombinirana terapija koja je u 3 slučaja uključila kombinaciju inaktiviranog bakterijskog matriksa, smjese eteričnih ulja i propolisa. Sve tri kobile su nakon terapije imale akutizaciju procesa u maternici, a kod jedne je došlo i do izlječenja. Predmetna kobila je koncipirala i oždrjebila se nakon tretmana. Rezultati su obećavajući te je stoga potrebno ponoviti istraživanje na većem broju kobilama sa kroničnim endometritisom. Metoda ima svoju perspektivu kao nadopuna klasičnom liječenju kroničnog endometritisa kobilama, osobito kod starijih, slabije plodnih životinja.

**Ključne riječi:** kobila, kronični endometritis, alternativno liječenje, propolis, bakterijski matriks

### Uvod

Endometritis je pojam koji označava akutnu ili kroničnu upalu sluznice maternice, odnosno endometrija. Endometritisi spadaju u najčešće upale maternice i oni su jedan od glavnih uzroka smanjene plodnosti ili jalovosti u kobilama (Ricketts i Alonso, 1991.; Blanchard, 2003.). U kobilama upala endometrija obično se ne širi na dublje slojeve stijenke maternice. Ukoliko se proširi može zahvatiti mišićnicu maternice te dovesti do metritisa, odnosno ako zahvati i seroznu prevlaku maternice tada dolazi do perimetritisa i peritonitisa. Metritisi su skoro redovito prisutni nakon

teškog poroda, potencijalno su smrtonosni, spadaju u hitna stanja koja traže intenzivan tretman i dugoročno ostavljaju posljedice na plodnost kobile. Glavna posljedica endometritisa je stvaranje neprijateljskog okruženja u maternici koje onemogućava preživljavanje embrija i njegovu implantaciju te dovodi do rane embrionalne smrtnosti ili pobačaja. (Davies Morel, 2003.)

Infekcije endometrija često kobila teško može sama prirodno savladati te one često prelaze u kronične upale. Kao uzroke endometritisa u kobila moramo uzeti u obzir različite spolno prenosive bolesti, kronične ili subkliničke infekcije endometrija, perzistentne endometritise nastale nakon pripusta, upale maternice nastale postporođajno i kroničnu degenerativnu endometrozu. Često se javlja kao kataralni endometritis koji uvijek ima kroničan tijek i u većini slučajeva je klinički neprimjetan. Jedini uočljivi simptom je preganjanje kobile nakon pripusta.

Do endometritisa dolazi kada zakaže jedan od dijelova mehanizma fiziološkog čišćenja maternice tijekom svakog estrusa. U taj mehanizam spada dilatacija i relaksacija cerviksa, sekrecija tekućine iz endometrija i cerviksa pod utjecajem estrogena, ritmične i kordinirane kontrakcije miometrija kako bi se izbacio sadržaj iz maternice kroz otvoreni cerviks te pojačana limfna drenaža kojoj pogođuju kontrakcije miometrija (Lay, 2004.).

Endometritisi se prema vremenu trajanja dijele na akutne i kronične endometritise (Davies Morel, 2003.). Akutni endometritis je redovito posljedica infekcije oportunističkim bakterijama i bakterijama koje se prenose spolnim putem. Akutne infekcije se razvijaju vrlo brzo uzrokujući pojavu gnojnog iscjeka i nepravilnih spolnih ciklusa. Dolazi do krvarenja i degeneracije epitelnih stanica u endometriju, a u težim slučajevima i do degeneracije dubljih slojeva što dovodi do nastanka područja na kojim nedostaje endometrija. Ovakva upala može dovesti do hipertrofije i zagnojavanja materničnih žlijezda (Rooney, 1970.). Ovo stanje se često događa u starijih kobila koje su se više puta ždrijebile najčešće zbog spušenog položaja maternice koji otežava drenažu. No primijećeno je da se često i javlja u kobila koje su prvi put pripuštaju ili osjemenjuju u starijoj dobi, jer se uzak i čvrst cervikalni kanal ne opusti dovoljno tijekom estrusa da dopusti normalno istjecanje intraluminalnog sadržaja iz maternice (Makeki sur., 2009.).

Kronični endometritis kobila podijeljen je na kronični infektivni i kronični neinfektivni endometritis. Kronični neinfektivni endometritis zove se i endometroza. Kronični infektivni endometritis može nastati iz neliječenog ili neodgovarajuće liječenog akutnog endometritisa. Ovo stanje se često nalazi u starijih multiparnih kobila kojima su oslabili obrambeni mehanizmi protiv infekcija. Kronična upala može dugo trajati i dovesti do jakog oštećenja materničnog tkiva uzrokujući degeneraciju i nekrozu tkiva. Kronična degenerativna upala maternice ili endometroza može biti u bliskoj vezi s pojavom endometritisa. Endometroza se očituje slabijom ili jačom fibrozacijom koja zahvaća uterine žlijezde, dilatacijom materničnih limfnih žila te glandularnim ili limfatičnim cistama u endometriju (Lay, 2004.). Dijagnoza se postavlja na temelju anamneze i kliničkog pregleda koji obuhvaća rektalni pregled, ultrazvučni pregled maternice i biopsiju maternice te histološki nalaz. Promjene su ireverzibilne prirode te uspješnog liječenja nema. Poboljšanje plodnosti u takvih kobila može se postići odabirom pastuha iznad prosječne plodnosti i primjenom gestagena i oksitocina u cilju smanjivanja ranih embrionalnih gubitaka (Makek i sur., 2009.). Veliki problem predstavlja i pojava biofilma koju bakterije stvaraju u maternici, te su time dodatno otporne na djelovanje antibiotika, potom antimikrobna rezistencija koja je posljedica subdoziranja, neadekvatnog i nepotrebnog preventivnog antibiotskog liječenja i prekasno postavljena dijagnoza. Kako su kobile s kroničnim endometritsom visokovrijedne životinje, danas se intenzivno razvijaju alternativni protokoli sa ciljem moduliranja upalnog odgovora maternice a u svrhu izlječenja kroničnog endometritisa.

## Materijali i metode s rezultatima

U radu je analizirana mogućnost primjene preparata na bazi inaktiviranog bakterijskog matriksa, smjese eteričnih ulja i propolisa u svrhu konvergiranja kroničnog u akutni proces u svrhu lakšeg izlječenja. Retrospektivno su prikupljeni podaci o zaprimljenim kobilama, pacijenticama Klinike za porodništvo i reprodukciju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u posljednjih 7 godina (2011.-2018.) te je temeljem onih kod kojih je detektiran endometritis, razmatrana mogućnost primjene alternativnog pristupa. Radom su posebno obuhvaćene one pacijentice kod kojih klasični pristup liječenja prema uobičajenom kliničkom protokolu (Samper i sur., 2006.) nije dao zadovoljavajući rezultat. Od sveukupno 603 kobile pacijentice Klinike za porodništvo i reprodukciju, kod njih 76 se radilo o rutinskim obriscima sluznice endometrija zbog sumnje na endometritis, 29 je imalo komplicirani puerperalnimetritis, a 19 kobila je podvrgnuto dodatnoj dijagnostici u smislu endoskopske pretrage endometrija, biopsiranja endometrija za PHD i uzimanje male količine ispirka za citološku i bakteriološku pretragu. U ukupnom broju kobila zaprimljenih zbog sumnje na kronični endometritis prevladavale su kobile starije od 15 godina i sve su već bile u više navrata neuspješno terapijane primjenom antibiotika sa ili bez antibiograma. Od ukupno 126 kobila koje su zaprimljene zbog sumnje na endometritis, kod njih 64 je on isključen temeljem dobivenih nalaza, kod 32 je izliječen perzistentni endometritis nakon pripusta ili UO, a kod preostalih 30 je utvrđen kronični endometritis. Zbog loše prognoze 16 kobila nije liječeno i od reprodukcije se odustalo a u preostalih 14 je primijenjena kombinirana terapija prema Samperi sur. (2006.) koja je u 3 slučaja uključila kombinaciju inaktiviranog bakterijskog matriksa, smjese eteričnih ulja i propolisa. Kombinirana terapija kod te 3 kobile uključivala je trokratnu aplikaciju svakih 24 h homeopatskog preparata Equifertil, Biomedica d.o.o. u dozi od 60 ml nakon završnog ispiranja Ringerlaktatom, a kao zamjena za otopinu antibiotika. Također je svaka kobila bila i na oksitocinskom protokolu prema Blanchard i sur. (2003.).

Sve tri kobile su nakon terapije imale akutizaciju procesa u maternici i posljedično ublažavanje simptoma a kod jedne je došlo i do izlječenja. Predmetna kobila je koncipirala i oždrijebila se nakon tretmana. Rezultati su obećavajući te je stoga potrebno ponoviti istraživanje na većem broju kobila sa kroničnim endometritisom. Otegotna okolnost navedene terapije je visoka cijena samog preparata.

## Rasprava

Razvoj modernih tehnika dijagnostike i liječenja neplodnosti konja doveo je do procvata u konjičkom sportu i konjogojstvu općenito. Primjena modernih i znanstveno utemeljenih metoda liječenja osobito je pridonijela iskorjenjivanju endometritisa, koji je u preko 90% slučajeva temeljni uzrok neplodnosti kobila. No učestala primjena antibiotika koji se često daju preventivno, bez antibiograma te u nedovoljnoj dozi, izazvala je porast rezistencije bakterijskih sojeva, porast učestalosti gljivičnih endometritisa te poteškoće u liječenju kroničnih upala kod kojih bakterije tvore biofilm u kojem su otporne čak i na antibiotike, na koje su pokazale osjetljivost prilikom izrade antibiograma. Cilj ove studije bio je analizirati klinički supstrat koji bi pokušali liječiti na način da lokalno primarnom lavažom i aplikacijom inaktiviranog bakterijskog matriksa jačamo otpornost sluznice te se baziramo na akutizaciji procesa i stimulaciji upalnog odgovora a ne na sterilizaciji samog materničnog lumena primjenom antibiotika. Smjesa eteričnih ulja i propolisa koja se koristila u nastavku terapije djeluje protuupalno i na način da ubrza oporavak sluznice i puni povratak njene funkcije. Uz važnost ovakvog pristupa u liječenju konja, važno je naglasiti i njegov javno zdravstveni aspekt. Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA) i Europska agencija za lijekove (EMA) razmatrale su mjere koje se provode u EU s ciljem smanjenja uporabe antibiotika pri liječenju životinja. Zaključili su da je potrebno svesti uporabu antibiotika na najmanju moguću mjeru koja je potrebna za liječenje zaraznih bolesti životinja. Osim u izuzetnim slučajevima, za

prevenciju zaraznih bolesti potrebno je dati prednost alternativnim mjerama, a ključni antibiotici koji se koriste i u humanoj medicini trebali bi se pri liječenju životinja koristiti samo ukoliko ne postoje druga rješenja. S druge strane, upravo u hipijatriji se puno koriste antibiotici iz humane medicine jer su konji kao vrsta koja nije za hranu, uglavnom neovisni o karenci, vrlo osjetljivi te nisu limitirani cijenom antibiotika. Kao alternativa antibioticima, kojom se može unaprijediti zdravlje životinja i smanjiti uporaba antibiotika, mogu poslužiti cjepiva, probiotici, prebiotici, bakteriofagi i organske kiseline. Ono što je zajedničko svim apiterapeuticima je antimikrobno djelovanje koje ne izaziva antimikrobnu rezistenciju. Nadalje, propolis se pokazao izuzetan u cijeljenju rana jer potiče sintezu kolagena tipa I i tipa III čime ubrzava i podstiče reepitelizaciju što je osobito bitno kod restitucije sluznice. Lokalna primjena propolisa i eteričnih ulja na bazi čajevca ima protuupalna svojstva, a djeluje i protutumorski uz istodobno poticanje proliferacije zdravih i mladih epitelnih stanica. Propolis dokazano djeluje na blokadu slobodnih radikala, antiseptički, antibakterijski, antimikotički i virucidno. Pokusi na štakorima pokazali su da propolis pospješuje zaraštavanje rana kod dijabetičara te umanjuje neutrofilnu infiltraciju i normalizira refluksmakrofaga u ranu i područje oko rane. Unatoč svemu tome, propolis ima i određene nedostatke. Radi se o biološkom pripravku čija kvaliteta, sastav i udio aktivnih tvari mogu varirati, a učinak propolisa nije baziran na jednoj, već na sinergiji čitavog niza aktivnih tvari. U ovom je radu korišten komercijalni homeopatski pripravak koji je dokazano neškodljiv po uterus kopitara, a njegova se blagotvornost tek treba dokazati na većem broju slučajeva. Temeljem analitike i broja kobila koje se na godišnjoj bazi obrade na našoj klinici, a temeljem podataka iznesenih u ovom radu, imamo opravdanu podlogu za uvođenje ovakvog dodatnog pristupa liječenju kroničnog endometritisa kobila.

### Zaključci

1. Moderna veterinarska medicina još uvijek nije iznašla optimalan protokol za liječenje kroničnog endometritisa kobila
2. Rezultati liječenja kroničnog endometritisa kobila primjenom alternativnog pristupa dala je obećavajuće rezultate te je stoga potrebno ponoviti istraživanje na većem broju kobila sa kroničnim endometritisom.
3. Metoda liječenja kroničnog endometritisa primjenom propolisa, smjese eteričnih ulja i inaktiviranog bakterijskog matriksa ima svoju perspektivu kao nadopuna klasičnom liječenju kroničnog endometritisa kobila, osobito kod starijih, slabije plodnih životinja.

### Literatura

1. Blanchard, T. L., D. D. Varner, J. Schumacher, C. C. Love, S. P. Brinsko, S. H. Rigby (2003): Manual of Equine Reproduction. 2nd Edition, Mosby, Philadelphia, USA.
2. Davies Morel, M.C.G. (2003): Equine Reproductive Physiology, Breeding and Stud Management. 2nd Edition, Institute of Rural Studies, University of Wales, Aberystwyth.
3. Lay, W.B. (2004): Broodmare reproduction for the Equine Practitioner. Teton New Media, USA.
4. Makek, T., I. Getz, N. Prvanović, A. Tomašković, J. Grizelj (2009): Rasplodivanje konja..Urednici: Silvijo Vince, dr.vet.med., doc. dr. sc. Marko Samardžija. ISBN: 978-953-6062-68-3, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2009.
5. Ricketts, S.W., Alonso, S. (1991) The effect of age and parity on the development of equine chorionic endometrial disease. Equine Veterinary Journal 23, 189–192.
6. Rooney, J.R. (1970) Autopsy of the Horse, Technique and Interpretation. Williams and Wilkins, Baltimore.
7. Samper, J.C., Pycocck, J., McKinnon, A.O. (2006): Current Therapy in Equine Reproduction. Elsevier Health Sciences, Philadelphia, USA.

## Alternative approach to chronic endometritis therapy in mares using propolis, bacterial matrix and mixture of aeterical oils

### Abstract

The aim of the study was to determine possibility and need for application of alternative therapy of chronic endometritis in mares. In this retrospective study according to ambulatory protocol, from 2011 till 2018, altogether 603 mares were referred to the Clinic of obstetrics and reproduction due to various reproductive diagnostic and therapy procedures. In that pool of equine patients, 126 mares were diagnosed and treated for endometritis. According to diagnostic results, in 64 mares endometritis was excluded while in 32 PMIE was successfully treated. Group of 30 mares had confirmed chronic endometritis. In that group, 16 mares were excluded due to poor prognosis for future fertility. In the rest 14 mares, combined therapy was performed including thorough diagnostics, correction of anatomical defects, uterine flush in uterus and topic antibiotic/antimicotic therapy according to antibiogram. In 3 cases with multiresistant bacteria and biofilm in utero, alternative therapy is used. Commercial homeopathic solution including propolis, inactivated bacterial matrix and tee tree oil was used. Acutisation of inflammation was visible in all 3 cases, while in one mare, treatment resulted with healing of endometrium, consequently pregnancy and foaling. Although these results are promising, it should be repeated in larger number of animals. Retrospective data from our clinic had shown that there are enough patients with clinical indication to use such approach.

**Key words:** mare, chronic endometritis, alternative approach, propolis, bacterial matrix



## Opća načela ekološkog uzgoja domaćih životinja

Danijela Samac, Đuro Senčić, Zvonko Antunović, Josip Novoselec, Ivana Prakatur, Željka Klir

*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska, e-mail: dsamac@fazos.hr*

### Sažetak

Obzirom na to da u Republici Hrvatskoj postoje dobri prirodni resursi za bavljenje ekološkom poljoprivredom i da je potražnja za ekološki proizvedenim proizvodima u trendu rasta, bilo bi dobro poticati prelazak poljoprivrednika na ovakvu proizvodnju. Prelazak sa konvencionalne na ekološku proizvodnju, zahtjeva i određena nova znanja, a ona su dijelom opisana kroz zakonsku regulativu Pravilnikom o ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji (N.N. 19/2016/ i Pravilnikom o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja (NN 1/2013.), kroz propisane minimalne zahtjeve ekološkog uzgoja životinja, uvijete prijelaznog razdoblja, način držanja, hranidbu, njegu i zdravstvenu zaštitu životinja.

**Ključne riječi:** ekološka poljoprivreda, ekološki uzgoj, domaće životinje

### Uvod

Ekološka poljoprivreda je termin koji ljudi najčešće doživljavaju kroz prizmu “zdrave hrane”, odnosno, poljoprivredne proizvodnje bez korištenja agrokemikalija. Iako je ovo prilično točan opis, bitno je naglasiti da je ekološka poljoprivreda puno više nego izostanak korištenja agrokemikalija u proizvodnji. U središtu pozornosti ekološke poljoprivrede je skrb za očuvanjem agroekološkog sustava (Gugić i sur., 2017.). Bit ekološke poljoprivrede prema Znaor (1996.), je, da je to sustav poljoprivredne proizvodnje koji nastoji maksimalno iskoristiti potencijale određenog ekosustava (autonomno gospodarenje ekosustavom), tj. gospodarstva, stimulirajući, jačajući i harmonizirajući biološke procese svakog pojedinog njegovog dijela, a ideal bi bilo mješovito eko-gospodarstvo s biljnom i stočarskom proizvodnjom, koje bi predstavljalo harmoničnu cjelinu koja zadovoljava većinu potreba iz vlastitih izvora, te minimalizira “uvoz” izvan samog gospodarstva. Za ekološku poljoprivredu je bitno ne misliti kako je ona “vraćanje unazad” i odbacivanje pozitivnih dostignuća konvencionalne poljoprivrede, već naprotiv, ekološka poljoprivreda se treba gledati kao dio suvremene poljoprivredne proizvodnje čija dostignuća ona prati, ali iznalazi i primjenjuje “ekološkija” rješenja tamo gdje su potrebna. S toga, najjednostavnija definicija ekološke poljoprivrede bi bila, da je to sustav poljoprivrednog gospodarenja koji teži etički prihvatljivoj, ekološki čistoj, socijalno pravednoj i gospodarski isplativoj poljoprivrednoj proizvodnji (Ranogajec i sur., 2013.). Sukladno toj definiciji Kisić i sur., (2013.), navode kako je cilj ekološke poljoprivrede ostvariti održivi, ekonomski isplativ prinos, ali u isto vrijeme provoditi maksimalnu zaštitu okoliša.

Kao što je već navedeno, dio ekološke poljoprivrede čini stočarska proizvodnja, koja teži uzgoju domaćih životinja na etološki prihvatljiv način uz istovremeno očuvanje okoliša i proizvodnju visokovrijednih namirnica za prehranu ljudi (Pavičić i sur., 2005.). Ova proizvodnja temelji se na zakonskoj regulativi, koja je 1999. godine donesena u zemljama EU, a u Hrvatskoj 2002. godine (Gudelj – Velaga, 2004.).

Uzgoj domaćih životinja u ekološkoj proizvodnji propisan je kroz zakonsku regulativu Pravilnikom o ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji (N.N. 19/16), u kojem su propisani minimalni zahtjevi ekološkog uzgoja životinja, uvjeti prijelaznog razdoblja, način držanja životinja, hranidba životinja, njega i zdravstvena zaštita.

### **Važnost domaćih životinja u agroekološkom sustavu**

Domaće životinje imaju veliku ulogu u sustavu ekološkog gospodarjenja. One su važna spona između biljaka i čovjeka, odnosno, one su u mogućnosti iz čovjeku nejestivih biljnih proizvoda proizvesti njemu za život vrlo bitne proizvode (meso, mlijeko, jaja i dr.). Za domaće životinje u ekološkom gospodarjenju možemo reći da kultiviraju prirodni okoliš, odnosno, dobro iskorištavaju plodna i manje plodna tla, kao što su primjerice, pašnjaci, a u isto vrijeme sa svojim gnojem povećavaju plodnost tla, i biološku aktivnosti u tlu tj., utječu na sadržaj organske tvari i hranjiva u tlu. Prema Kisiću(2014.) smanjenje broja stoke u RH zadnjih godina jedan je od bitnih razloga pada plodnosti tala, jer se primjena organskih gnojiva ne treba smatrati samo kao mjera gnojidbe, već kao obvezna mjera dobrog gospodarjenja s namjerom očuvanja živog tla za buduće naraštaje. Životinje indirektno štite tlo od erozije, jer njihov gnoj poboljšava strukturu tla i kao takva su manje sklona erozijama. Uzgojem domaćih životinja proširuje se plodored, jer se uzgaja veći broj kultura.

Osim za proizvodnju hrane, domaće životinje u ekološkom gospodarjenju mogu se koristiti za vuču, transport, za obradu tla i sl., ali najčešće u primjeni imaju socijalnu, kulturnu te rekreativnu funkciju, primjerice: kao društvo čovjeku, pomoć pri lovu, za rekreativno jahanje i sl. (Senčić i sur., 2011.).

Uzgojem domaćih životinja na gospodarstvu omogućena je i proizvodnja izvan vegetacijskog perioda, što ujedno i omogućava bolju raspodjelu radne snage i ujednačenu ponudu proizvodima tijekom cijele godine.

### **Genotipovi životinja za ekološki uzgoj**

Kod odabira genotipova životinja za ekološku proizvodnju treba voditi računa o tome da su te životinje prilagođene lokalnim uvjetima, da su prirodno otporne i vitalne (manji izdatci za liječenje i zdravstvenu zaštitu), da imaju manje izražene zahtjeve ka smještaju (nastambe jeftinijeg tipa) i hranidbi (da su u mogućnosti konzumirati veće količine voluminozne hrane). Upravo zbog toga pri odabiru životinja za ekološki uzgoj, bilo bi dobro dati prednost izvornim pasminama i sojevima, jer oni ispunjavaju ove zahtjeve.

U Republici Hrvatskoj od izvornih pasmina domaćih životinja poznate su sljedeće: odsvinja: crna slavonska svinja i turopoljska svinja, od peradi: kokoš hrvatica, zagorski puran, od ovaca: cigaja, dubrovačka ruda, istarska ovca, rapska ovca, creska ovca, dalmatinska pramenka, lička pramenka i paška ovca, od koza: hrvatska bijela koza i šarena bijela koza, od goveda: buša, istarsko govedo i slavonsko-srijemski podolac, od konja: međimurski konj, hrvatski posavac, lipicanac i hrvatski hladnokrvnjak, od magaraca: istarski magarac, sjevernojadranski magarac i primorsko-dinarski magarac i od pčela: siva pčela.

Kod prelaska iz konvencionalnog (neekološkog) na ekološki uzgoj životinja, pri formiranju stada ili krda prvi put, treba voditi računa da se mladunčad sisavaca iz neekološkog uzgoja mora odmah nakon odbića uzgajati prema pravilima (načelima) ekološkog uzgoja. U trenutku uvođenja nešto starijih životinja u krdo ili stado postoje određena pravila: prasad mora biti lakša od 35 kg, janjad i kozlići moraju biti mlađi od 60 dana, a telad i ždrebad mlađi od 6 mjeseci.

Ako se iz nekog razloga vrši obnova stada, tada se mogu koristiti i mužjaci i ženke iz neekološkog uzgoja, ali samo ženke koje do tada još nisu imale podmladak, a ulaskom u stado ili krdo nad-

alje se uzgajaju prema načelima ekološkog uzgoja. Broj ženki sisavaca podliježe godišnjem ograničenju od: najviše 10% ženki odraslih kopitara ili goveda te 20% odraslih svinja, ovaca i koza. Ako se radi o ekološkom gospodarstvu na kojem se nalazi manje od 10 kopitara ili goveda, ili manje od 5 svinja, ovaca ili koza, tada je broj ženki na takvom gospodarstvu za obnovu krda ili stada, ograničen na jednu životinju godišnje.

U slučaju da se postojeće ekološko gospodarstvo želi značajnije proširiti, ili da želi promijeniti pasminu ili uvesti neku novu stočarsku proizvodnju u svome uzgoju, tada nadležno tijelo može povećati postotak uvođenja životinja iz neekološkog uzgoja na tom gospodarstvu do 40%. U slučaju da se na gospodarstvu uzgaja pasmina kojoj prijete opasnost od izumiranja (*Prema Prilogu IV. Uredbe Komisije (EZ-a) br. 1974/2006.*, tada nadležno tijelo također omogućava povećani postotak uvođenja životinja iz neekološkog uzgoja na tom gospodarstvu do 40%, s tim da se u ovom slučaju mogu koristiti i ženke koje su već imale podmladak.

### Smještaj životinja u ekološkom uzgoju

Nastambe za životinje u ekološkoj proizvodnji moraju biti odgovarajuće vrsti životinje, dobi i pasmini. U područjima s odgovarajućom klimom, koja životinjama omogućava prikladan etološki i proizvodni život na otvorenom, nastambe nisu obvezne.

U područjima čiji klimatski uvjeti to zahtijevaju, objekte treba izolirati i grijati. Bitno je omogućiti prirodnu ventilaciju i ulazak svjetlosti, i pri tome paziti da protok zraka, razina prašine, temperatura, relativna vlažnost zraka te koncentracija plinova bude unutar graničnih vrijednosti koje nisu štetne za zdravlje životinja.

Treba voditi računa da po jedinici podne površine objekta, bude onaj broj životinja, koji osigurava dobrobit te vrste, pasmine i dobi, tako da im osigurava dovoljno prostora za prirodno stajanje, ležanje, okretanje, odnosno, za sve svojstvene položaje tijela i prirodne kretnje (rastezanje, lamatanje krilima i sl.).

Podovi u objektima za uzgoj sisavaca moraju biti glatki, ali nikako skliski, te najmanje polovica podne površine u objektu mora biti puna, odnosno ne smije biti rešetkasta. Također, rešetkasta ne smije biti ni površina za ležanje i odmaranje, koja mora biti nastrta suhom steljom (slama ili neki drugi odgovarajući prirodni materijal).

Prasad i perad ne smije se držati u kavezima, a vodenoj peradi obvezno je osigurati nesmetani pristup vodenim površinama (rijeke tekućice, ribnjaci, jezera ili bazeni). Svim biljojedima obvezno je omogućiti pristup pašnjacima, kada to uvjeti dozvoljavaju, s tim da se vodi računa o tome, da broj životinja po jedinici podne površine ne smije prijeći proizvodnju višu od 170 kg dušika godišnje po hektaru poljoprivredne površine.

Po načelima ekološkog gospodarstva u uzgoju životinja, vidljivo je da ekološko gospodarstvo mora posjedovati ili gospodariti poljoprivrednim zemljištem ili imati sklopljen ugovor o korištenju zemljišta sa drugim ekološkim gospodarstvom u pisanom obliku.

### Hranidba životinja u ekološkom uzgoju

Životinje u ekološkom uzgoju, isto kao i životinje u konvencionalnom uzgoju moraju u svome obroku imati zadovoljene potrebe ka hranjivim tvarima, koje će im omogućiti normalan rast, razvoj, razmnožavanje, dobro zdravlje i proizvodnost.

U ekološkom uzgoju domaćih životinja nužno je da se mladunčad sisavaca hrani prvenstveno majčinih mlijekom (goveda i kopitari ne manje od tri mjeseca, ovce i koze 45 dana i svinje 40

dana). Nakon perioda sisanja mladunčad se hrani sukladno potrebama svoje vrste hranom proizvedenom prema ekološkim principima.

Prema *Pravilniku o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja (NN 1/2013.)*, sustavi držanja biljojeda trebaju se temeljiti na maksimalnom korištenju ispaše prema raspoloživosti pašnjaka u različitim razdobljima godine. U dnevnim obrocima biljojeda najmanje 60% suhe tvari mora činiti vlaknasta svježa ili suha krma ili silaža (kod svinja i peradi vlaknastu, svježju ili sušenu krmu, ili silažu potrebno je dodavati u obrok). Najmanje 60% hrane (za svinje i perad 20%), mora potjecati s istog poljoprivrednog gospodarstva, ali ako to nije moguće, može se kupiti s drugog ekološkog gospodarstva prvenstveno iz iste regije.

Krmiva i hranidbeni materijali kojima se mogu hraniti životinje u ekološkom uzgoju prema *Pravilniku o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja (NN 1/2013.)*, su sljedeći: žitarice, zrnje te njihovi proizvodi i nusproizvodi; sjemenke uljarica, plodovi uljarica te njihovi proizvodi i nusproizvodi; sjeme mahunarki te njihovi proizvodi i nusproizvodi; gomolji, korijenje te njihovi proizvodi i nusproizvodi; ostalo sjemenje i voće te njihovi proizvodi i nusproizvodi; krmiva i vlaknasta krma; ostale biljke te njihovi proizvodi i nusproizvodi (melase, brašno iz morskih algi, prah i biljni ekstrakti, začini i zeljaste biljke). Od krmiva životinjskog podrijetla dozvoljena su sljedeća krmiva: mlijeko i mliječni proizvodi; riba i druge morske životinje te njihovi proizvodi i nusproizvodi; jaja i proizvodi od jaja.

Sirovine za hranu za životinje mineralnog podrijetla te dodaci hrani za životinje (tehnološki, osjetilni, nutritivni i zootehnički), koriste se samo oni koji su dozvoljeni prema *Pravilniku o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja (NN 1/2013.)*.

### Zdravstvena zaštita životinja u ekološkom uzgoju

U ekološkom uzgoju domaćih životinja prednost se daje preventivnim mjerama kojima se osigurava zdravlje životinja (Senčić i sur., 2003.). U te mjere preventive spada: redovito čišćenje, pranje i dezinfekcija objekata, ograda, opreme i pribora, a također je poželjno što češće uklanjanje fekalija, urina, nepojedene i prosipane hrane iz objekata, kako ne bi došlo do privlačenja i nakupljanja insekata i glodavaca koji mogu uzrokovati različite bolesti kod životinja. Za čišćenje i dezinfekciju objekata u ekološkom uzgoju domaćih životinja mogu se koristiti samo sredstva dozvoljena *Pravilnikom o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja (NN 1/2013.)*.

Tijekom provođenja preventivnih mjera u zdravstvenoj zaštiti životinja u ekološkoj proizvodnji, strogo je zabranjeno koristiti kemijske sintetizirane alopatske lijekove ili antibiotike. Također je zabranjeno koristiti pospješivačera ili prirasta (antibiotike, kokcidiostatike i sl.), hormone i slične tvari kojima upravljamo reprodukcijom (indukcija estrusa, sinkronizacija estrusa i sl.).

U slučaju da životinje iz ekološkog uzgoja obole, ili se pak ozljede, pristupa se liječenju, ali se daje prednost fitoterapeutskim proizvodima, elementima u tragovima i sl., u odnosu na kemijski sintetizirane alopatske lijekove ili antibiotike, ako je njihov terapijski učinak djelotvoran za dotičnu vrstu i uvjete u kojima se liječenje provodi.

Ukoliko je nužno primijeniti liječenje kemijski sintetiziranim alopatskim veterinarskim lijekovima ili antibioticima (da se izbjegne patnja i bol životinje), takve životinje ili njihovi proizvodi ne smiju se prodavati kao ekološki, te moraju proći prijelazno razdoblje sukladno odredbama *Pravilnika o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja (NN 1/2013.)*.

Razdoblje karence za životinje koje se liječe više od tri puta godišnje u jednoj godini (ili više puta, ako im je životni vijek manji od godine dana), koje mora proći od apliciranja alopatskog veterinarskog lijeka do upotrebe ekološkog proizvoda od takvih životinja, mora biti dvostruko

duže od karenca životinja iz konvencionalne proizvodnje propisane člankom 11. *Pravilnika o veterinarsko-medicinskim proizvodima* (N.N. br. 30/09, 73/09, 14/10, 32/11), a u slučaju da karenca nije propisana navedenim Pravilnikom, tada iznosi 48 sati.

U ekološkom uzgoju domaćih životinja radnje kao: podrezivanje repova, sjeća i brušenje zubi, skraćivanje kljunova, odstranjivanje repova, stavljanje elastičnih traka na repove ovaca i sl., ne smiju se obavljati rutinski. Neke od ovih radnji dozvoljeno je obavljati, ali samo uz privolu nadležnih tijela, i to u određenim slučajevima iz sigurnosnih razloga ili ako su u svrhu unaprjeđenja zdravlja, dobrobiti ili higijene životinje. Fizička kastracija je dozvoljena u svrhu održavanja kakvoće proizvoda i tradicionalnih metoda uzgoja. Sve ove radnje moraju biti izvedene, tako da je, svaka patnja životinje svedena na najmanju mjeru uz pomoć odgovarajućih anestetika i analgetika.

### Umjesto zaključka

Obzirom na to da u Republici Hrvatskoj postoje dobri prirodni resursi za bavljenje ekološkom poljoprivrednom i da je potražnja za ekološki proizvedenim proizvodima u trendu rasta, bilo bi dobro poticati prelazak poljoprivrednika na ovakvu proizvodnju. Prelazak sa konvencionalne na ekološku proizvodnju, zahtjeva i određena nova znanja, a ona su dijelom opisana kroz zakonsku regulativu Pravilnikom o ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji (N.N. 19/2016/) i Pravilnikom o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja (NN 1/2013.). Životinjski proizvodi proizvedeni po načelima ekološkog uzgoja, uklapaju se u koncept održivog razvoja, ne zahtijevaju visoka ulaganja, na tržištu imaju višu cijenu koštanja od konvencionalnih, a velika je i mogućnost njihove prodaje kroz turizam i izvoz, što bi mogao biti dodatan poticaj novim proizvođačima.

### Literatura

1. Gudelj-Velaga, Ž. (2004): Zakonska regulativa ekološke poljoprivrede. *Gospodarski list*, 60 (4), str. 163.
2. Gugić, J., Grgić, I., Dorbić, B., Šuste, M., Džepina, M., Zrakić. (2017.): Pregled stanja i perspektiva razvoja ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj. *Glasnik Zaštite Bilja*, 40 (3), 20-30.
3. Kisić, I., Parađiković, N., Stipešević, B. (2013.): Neiskorištene mogućnosti ekološke proizvodnje. Znanstveni skup Proizvodnja hrane i šumarstvo - temelj razvoja istočne Hrvatske, Osijek 14.-15. 6. 2013.: u povodu 20. obljetnice utemeljenja Znanstvenog vijeća za poljoprivredu i šumarstvo: sažeci/Matić, Slavko., Tomić, Franjo., Anić, Igor- Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 44-46.
4. Kisić, I. (2014.): Uvod u ekološku poljoprivredu. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
5. Pavičić, Ž., Balenović, T., Hadžiosmanović, M., Mikulec, Ž., Tofant, A., Vučemilo, M. (2005.): Uzgoj peradi na ekološki prihvatljiv način. *Meso*, 7 (2), 38-41.
6. Ranogajec, Lj., Tolić, S., Maurović Koščak, L. (2013.): Aspekti društvene svijesti istočne Hrvatske o ekološkoj proizvodnji i potrošnji hrane. Rad sa skupa Globalizacija i regionalni identitet, objavljen u Uloga obrazovanja u identitetu društva i ekonomiji znanja/Šundalić, Antun; Zmaić, Krunoslav; Sudarić, Tihana (ur.). Osijek. Grafika d.o.o. Osijek.
7. Senčić, Đ., Antunović, Z. (2003): Ekološko stočarstvo. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
8. Senčić, Đ., Antunović, Z., Mijić, P., Baban, M., Puškadija, Z. (2011): Ekološka zootehnika. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
9. Znaor, D. (1996.): Ekološka poljoprivreda. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
10. Pravilnik o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja (NN 1/2013.)
11. Pravilnik o ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji (N.N. 19/2016/)
12. Pravilnik o veterinarsko-medicinskim proizvodima ("N.N. br. 30/09, 73/09, 14/10, 32/11)
13. Uredbe Komisije (EZ-a) br. 1974/2006

## General Principles of Organic Breeding of Farm Animals

### Abstract

Considering the facts that the Republic of Croatia has good natural resources for organic agriculture and that demand for organic products is increasing, farmers should be encouraged to switch to organic production. Transition from the conventional to the organic production also demands new knowledge, and it is partially described through the Ordinance on Organic Agricultural Production (Official Gazette of the Republic of Croatia 19/2016) and the Ordinance on Organic Production of Plants and Animals (Official Gazette of the Republic of Croatia 1/2013) as well as through the minimum requirements for organic breeding of animals, transitional period requirements, keeping system, nutrition, care and health protection of animals.

**Key words:** organic agriculture, organic breeding, domestic animals

## The variability in red deer population in hunting area in eastern Croatia

Mirna Gavran, Maja Gregić, Vesna Gantner

*Faculty of Agrobiotechnology Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Osijek, Croatia e-mail: mgavran@fazos.hr*

### Abstract

Considering the great importance of the red deer population in Croatia, the objective of this study was to determine the fluctuations of all categories (offspring, young, middleaged, and mature) of red deer population in hunting ground in Eastern Croatia during the analysed period from year 2008 to year 2018. Based on conducted analysis following could be emphases: the highest number of offspring (male, and female) was determined in year 2012, the highest number of young (male, and female) was determined in year 2014, while the highest number of middleagedand mature deer (male, and female) was determined in year 2016. Considering the situation in the hunting ground in year 1955, in the last 10 years the number of deer has increased slightly, while the number of hinds is less than half. Given the fact that the hunting ground today, and comparing to year 1955, has much more resources available and there is significant human activity that can recreate the wildlife population by releasing throats, there is a possibility that the number of deer game increase slowly from year to year.

**Key words:** red deer, population, variation, hunting area

### Introduction

Often known as “king of the woods” red deer have been prized by huntsmen of the nobility since the Middle Ages, and poaching this species was often punishable by death (Blüchel, 2000). Red deer (*Cervus elaphus*) is one of the largest deer species. This specie is widespread in Europe in the forest complexes of major watercourses – Danube, Sava, Drava and mountain forests of Hungary, Romania, Slovakia, Croatia, Slovenia, Germany, Austria, the Czech Republic. Smallerpopulation of red deer was found in Poland, Norway, Spain, Sweden, France, Denmark and European part of Russia. In Croatia, they are very numerous in the areas of Baranjaand Slavonia, as well as Gorski Kotar. Accordingly, to the literature (LSO, 2019), the life expectancy of deer is 15-20 years. Antlers presents a trademark and the most beautiful decoration of reed deer. In accordance to the Darabuš and Jakelić(2002.) there are many causes of population decrease. The main nature enemies of reed deer are wolves, lynxes, bears and poachers. Also, weather disasters such as deep snow, ice, floods, and fires can cause a significant population decrease. Finally, mortality incidence in population of red deer could be caused bytraffic (Darabuš and Jakelić, 2002.).

Accordingly, to Poljoberza (2019) the estimation of deer age is based on a number of indicators where antlers are just one of the elements. Assessment must be made on the basis

of figure, weight, build, colour, holding the head. First category is *spizer* - the first head (in hunting terminology "head" is the term for each year until the rejection of antlers). It's easy to recognize him. It has a small knots like daggers that does not cross the ears or sometimes, thin pointed antlers longer than 50 cm. Second category - *young* deer, between his second and fourth/fifth year. He has the same criteria as the previous, but he is more corpulent and, most importantly, antlers begin to bifurcate. Antlers are smooth and white as a bone. It can have 6 or even 12 tines. His body is more massive and he looks less like a hind. Third category- *middleaged* deer, from fourth/fifth year till sixth/seventh year. Middleaged deer possesses all attributes of adult animal. Proportions are his advantage, but he lacks power. He has health, beauty but not strength. His movements are still little bit mechanical. *Mature* deer - between the sixth/seventh and thirteenth/fourteenth years. The animal is considered adult when her skeleton stops growing. This means between 7<sup>th</sup>-8<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup>-14<sup>th</sup> years. Between year 6<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup>, his antlers are suddenly expanding. The animal will develop completely later, sometimes in 10<sup>th</sup> year. Animals gain on weight and strength. At the beginning of the roar, they associate on the bull. At first sight he seems calmly, but if he is in doubt, he will easily move away. *Old* deer - from thirteenth/fourteenth to death. Long, humpbacked, with a huge head that seems to hang. Lose strength, but also health and beauty. As an image of an old item, expensive but easily breakable. His legs are all thinner, the arthrosis swellings are noticed. The ends of the antlers are all thinner. The animal is suddenly dead within a year or two. Such a rapid decadence is mainly a result of teeth detrition that prevents animal from eating properly; insufficiently, badly or too fast animal swallows the food.

Considering the great importance of the red deer population in Croatia, the objective of this study was to determine the fluctuations of all categories of deer population in hunting ground in Eastern Croatia during the analysed period from year 2008 to year 2018.

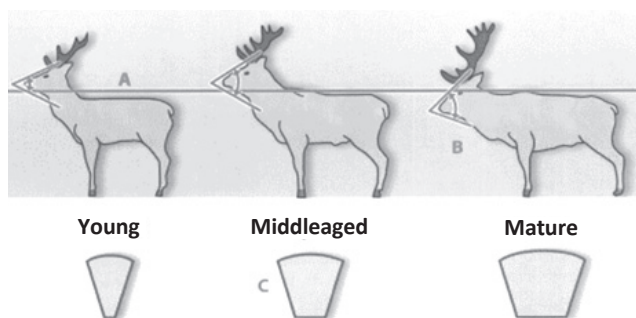
### Materials and methods

Accordingly, to Gavran d.o.o. (2019b) the first written data on the hunting ground originated in year 1721 when Karlo VI donated Baron Prandau land and woods south of the Drava River during the serving in the war against the Turks. In year 1722 the palace of the Hunter's Hunter Franz Wencel was established in the amount of 61.39 gulden (one gulden was then worth it as a block of firewood). The administration and the absolute right to use land and hunting grounds were owned by baron GustavaPrandaua until his death in 1885. Then the estate was divided by his three daughters. The value of the hunting ground is visible on the basis of the information that Adolf Kosmack, in year 1894, shoot the strongest deer with antlers weight of 16.33 kilograms and approximately 253.30 CIC points (the present was then rated by Nadler's formula). Further, during the First World War and immediately afterwards, the poaching destroyed most of the wildlife funds. It was noted that from 1918 to 1920 the poachers destroyed 98% of deer game. Also in 1938, wildlife funds were affected by very long and sharp winter. By the Second World War, game funds have increased. It is worth mentioning that in year 1941, at that time, in the present hunting area from 7 to 11 September, 48 deer were roared. In the years of the Second World War no information on the state of hunting was recorded, which is understandable in terms of conditions. According to the inventory of 01.01.1955 (Gavran d.o.o., 2019b), the following number of red deer population was determined: 270 throats (50 deer, 160 hinds and 60 calves). Furthermore, in year 1968, 37 bronze deer, 39 silver and 4 golden deer were shot. In 1979, deer trophy value of 238.99 CIC points was shot in the hunting ground. During the Homeland War, game funds have also been devastated (Gavran d.o.o., 2019b).



In accordance to the Gavran d.o.o. (2019a) today the hunting ground, situated in eastern Croatia, makes a natural whole of 9,364 hectares and the same populations of wildlife game resides in the whole area. The cultivated land surface in the hunting grounds is used for sowing the thickets for wild game, primarily grasslands, in order to raise the hunting area's nutritional capacity and the number of wild games.

The estimation of deer's age based on lines is presented on Picture 1.



Picture 1. The estimation of deer's age based on lines (Agroberza, 2019)

In this paper fluctuation of following categories of red deer, in regard to sex, were determined: offspring, young, middleaged, and mature deer. The variation in population size were analysed in the period from year 2008 to year 2018.

## Results and discussion

The variation in population size of red deer regarding the age categories (offspring, young, middleaged, and mature deer) as well as sex (males, and females) in the analysed period from year 2008 to year 2018 is presented in Figures 1 and 2.

The smallest number of offspring deer, males and females, was recorded in year 2017, while in year 2018 slight increase in number was determined. The largest number of young females and males was recorded in year 2015. With the end of 2018 there was no significant drop in that population. Compared with year 1955, when there were 60 calves in the hunting ground (Gavran d.o.o., 2019), in the period 2008-2018 the number of calves ranged from 25 to 58.

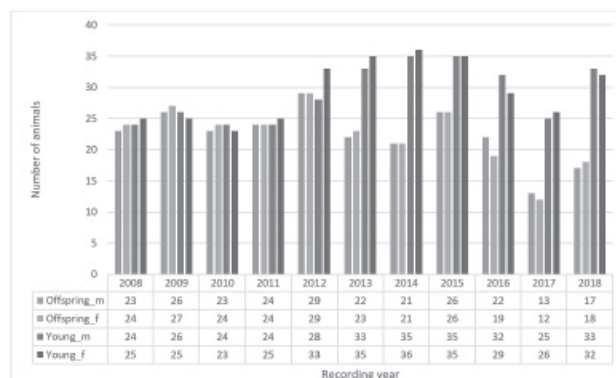


Figure 1. The number of offspring and young of red deer (males and females) in period from 2008.-2018.

The number of middleaged deer, males and females, was the lowest in year 2017, as well as number of mature, males and females. In year 2018 there was an increase in the number of middleaged individuals. Comparing year 2018 with year 2016, a significant decrease in the number of mature individuals was observed. Accordingly, to Gavran d.o.o. (2019) in year 1955, there were 50 deer, while from 2008-2018 the number ranged from 52 to 81. The number of 160 hinds in year 1955 was several times higher than last past 10 years when the population of hinds ranged from 55 to 76 animals.

Accordingly, to Gavran d.o.o (2019) in year 2017 and year 2018, the numerous status of deer was reduced due to research study performed by "INA" d.o.o. Zagreb. In the period 2017/2018, 23 throats of red deer were released into the hunting ground, while during the period 2018/2019 37 throats of deer game was released.

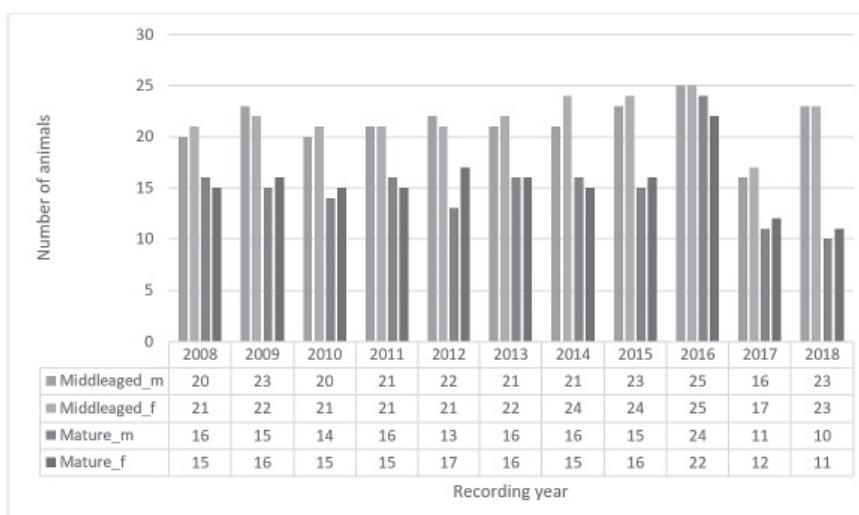


Figure 2. The number of middleaged and mature red deer (males and females) in period from 2008.-2018.

## Conclusion

Based on the analysis of the fluctuations of all categories (offspring, young, middleaged, and mature) of red deer population in hunting ground in Eastern Croatia during the period from year 2008 to year 2018, following could be emphases:

- The highest number of offspring (male, and female) was determined in year 2012,
- The highest number of young (male, and female) was determined in year 2014,
- The highest number of middleaged (male, and female) was determined in year 2016,
- The highest number of mature (male, and female) was determined in year 2016.

Considering the situation in the hunting ground in year 1955, in the last 10 years the number of deer has increased slightly, while the number of hinds is less than half. Given the fact that the hunting ground today, and comparing to year 1995, has much more resources available and there is significant human activity that can recreate the wildlife population by releasing throats, there is a possibility that the number of deer game increase slowly from year to year.

## References

1. Blüchel, G.K. (2000.) Game&hunting.
2. Lovačkisavez Osijek – LSO (2019.) Jelenobični. <http://www.lovacki-savez-osijek.hr/divlja/krupna-divlja/jelen-obini-cervus-elaphus-l.html> (5.3.2019)
3. Darabuš, S., Jakelić, Z.I. (2002.) Osnovelovstva. Hrvatskilovačkisavez. Zagreb.
4. Gavrand.o.o. (2019.a) O nama. <http://www.gavran.hr/O-nama.aspx> (5.3.2019)
5. Gavrand.o.o. (2019.b) Povijest. [http://www.gavran.hr/Povijest-\(1\).aspx](http://www.gavran.hr/Povijest-(1).aspx) (5.3.2019)
6. Poljoberza (2019.) Kako dobro procijeniti jelena. [http://www.poljoberza.net/AutorskiTekstovi/Jedan.aspx?ime=L3\\_07\\_01.htm&autor=16](http://www.poljoberza.net/AutorskiTekstovi/Jedan.aspx?ime=L3_07_01.htm&autor=16) (5.3.2019)

## Varijabilnost populacije jelena običnog u lovištu u istočnoj Hrvatskoj

### Sažetak

S obzirom na veliku važnost populacije jelena običnog u Hrvatskoj, cilj ovog istraživanja bio je utvrditi fluktuacije svih kategorija (pomladak, mladi, srednjodobni i zreli) populacije jelena običnog u lovištu u istočnoj Hrvatskoj tijekom analiziranog razdoblja od 2008. do 2018. godine. Na temelju provedene analize moglo bi se izdvojiti sljedeće: najveći broj pomlatka (muških i ženskih) utvrđen je u 2012. godini, a najveći broj mladih (muških i ženskih) utvrđen je 2014. godine, dok je najveći broj srednjodobnih i zrelih jelena (muških i ženskih) utvrđen 2016. godine. S obzirom na stanje u lovištu 1955. godine, u posljednjih 10 godina broj jelena blago se povećao, dok je broj košuta manji od polovice. S obzirom na činjenicu da lovište danas, i u odnosu na 1955. godinu, ima mnogo više raspoloživih resursa i da postoji značajna ljudska aktivnost koja može stvoriti populaciju divljih životinja ispuštanjem grla, postoji mogućnost da se broj jelenske divljači polako poveća iz godine u godinu.

**Ključne riječi:** jelen, populacija, varijacija, lovište

## Utjecaj promjene sustava uzgoja na proizvodnju konzumnih jaja na farmama obveznika okolišne dozvole

Nataša Uranjek, Marko Teni, Vedran Lipić, Andrea Galić

*Promo eko d.o.o, Dobriše Cesarića 34, 31 000 Osijek, Republika Hrvatska*

### Sažetak

Peradarstvo je grana stočarstva koja se bavi selekcijom i uzgojem peradi u cilju proizvodnje mesa i jaja. Prema definiciji Državnog zavoda za statistiku perad obuhvaća brojlere, kokoši, pure, guske, patke i ostalu perad. Farme kapaciteta većeg od 350 kokoši nesilica sa uzgojem u neobogaćenim kavezima bile su obvezne promijeniti navedeni sustav uzgoja, odnosno sustav uzgoja u neobogaćenim kavezima je bio dopušten do dana pristupanja Republike Hrvatske Europskoj uniji, a najdulje 12 mjeseci nakon pristupanja Republike Hrvatske Europskoj uniji u svrhu završetka proizvodnog ciklusa. Farme za intenzivan uzgoj peradi kapaciteta više od 40 000 mjesta su obvezne ishoditi okolišnu dozvolu. Cilj ovoga rada je istražiti ekonomske troškove promjene sustava uzgoja kokoši nesilica na farmama koje su obveznici ishođenja okolišne dozvole, odnosno istražiti kako je promjena sustava uzgoja utjecala na poslovanje navedenih farmi.

**Ključne riječi:** peradarstvo, kokoši nesilice, okolišna dozvola

### Impact of changes in the rearing system for laying hens on farms that are obliged to obtain an environmental permit

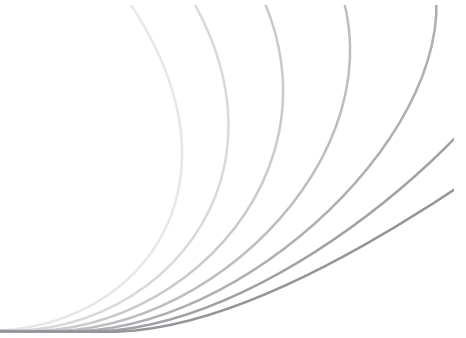
### Abstract

Poultry is a branch of livestock farming that deals with selection and rearing of poultry. According to the definition of the Croatian Bureau of Statistics, poultry includes broilers, hens, turkeys, geese, ducks and other poultry. Farms with a capacity of more than 350 laying hens with rearing in conventional cages were obliged to change the rearing system. Rearing in conventional cages was allowed up to the day of admission of the Republic of Croatia to the European Union and for the longest 12 months after the admission of the Republic of Croatia to the European Union for completion production cycle. Poultry farms with more than 40,000 places for poultry are obliged to obtain an environmental permit. The aim of this paper is to investigate the economic costs of changing the rearing system for hens on farms that are obliged to obtain an environmental permit.

**Key words:** poultry, laying hens, environmental permit



## Section III



# **Agroecology**

## **Agroekologija**



## Uloga *velvet* kompleksa u regulaciji sekundarnog metabolizma plijesni roda *Aspergillus*

Tihomir Kovač<sup>1</sup>, Martina Antunović<sup>1</sup>, Biljana Crevar<sup>1</sup>, Ante Lončarić<sup>1</sup>, Bojan Šarkanj<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska, e-mail: tihomir.kovac@ptfos.hr

<sup>2</sup>Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Koprivnica, Odjel za prehrambenu tehnologiju, Trg dr. Žarka Dolinara 1, 48000 Koprivnica

### Sažetak

Sekundarni metabolizam plijesni roda *Aspergillus* je reguliran proteinskim kompleksom koji se naziva *velvet*. Ovaj kompleks transkripcijskih faktoraje globalni regulator transkripcije u plijesni ovog roda, ovisan o više okolišnih čimbenika, od kojih je utjecaj svjetla najviše istražen. Novija istraživanja pokazuju kako *velvet* kompleks čini više transkripcijskih faktora koji reguliraju ekspresiju više od stotinu gena, a čime, osim na biosintezu sekundarnih metabolita, utječu i na odgovor stanica plijesni na oksidativni stres te na morfologiju plijesni, odnosno vegetativni rast i sporulaciju. U prilog važnosti ovog kompleksa transkripcijskih faktora za obavljanje svih važnih funkcija stanice plijesni ide činjenica da se njegov utjecaj može razlikovati među plijesnima pripadnicima istog roda. Cilj ovog rada je prikazati najnovije spoznaje o ulozi *velvet* kompleksa u regulaciji sekundarnog metabolizma plijesni roda *Aspergillus* uslijed izloženosti svjetlu, budući da su plijesni ovog roda producenti aflatoksina, najistraživaniji mikotoksina s hepatokancerogenim i genotoksičnim djelovanjem.

**Glavne riječi:** *velvet* kompleks, plijesni roda *Aspergillus*, aflatoksini

### Uvod

U današnje vrijeme je identificirano više stotina različitih mikotoksina, sekundarnih metabolita plijesni koji su toksični pri niskim koncentracijama (Righetti i sur., 2016.; Kovač i sur., 2018.). Među njima se ističu aflatoksini, metaboliti roda *Aspergillus*, najistraživaniji pripadnici skupine budući da izazivaju najjače karcinogene i genotoksične učinke u ljudi (IARC, 2012.). Plijesni ovog roda koloniziraju usjeve koje kontaminiraju aflatoksinima na polju (priježetvena kontaminacija), te nakon žetve (kontaminacija tijekom skladištenja). Dinamika rasta i sposobnost biosinteze aflatoksina je, između ostalog, i pod utjecajem svjetla, temperature okoliša, količine padalina i koncentracije CO<sub>2</sub>, što je zapravo direktna posljedica globalnih klimatskih promjena (Medina i sur., 2015., 2017.). Navedeno uzrokuje promjene oksidativnog statusa stanica plijesni što je u direktnoj vezi sa sposobnošću biosinteze aflatoksina (Hong i sur., 2013.; Medina i sur., 2015., 2017.). Unatoč konstantnim naporima znanstvenika koji ulažu u prevenciju i kontrolu, biosinteza aflatoksina i kontaminacija okoliša plijesnima koje ih produciraju su u konstantnom porastu, posebice na područjima koja su zahvaćena klimatskim promjenama (Battilani i sur., 2016.; RASFF, 2017.). Na osnovu

navedenog, nepobitna je činjenica da su prijeko potrebna istraživanja s ciljem identifikacije spojeva koji posjeduju antifungalna i antiaflatoksikogena svojstva. Međutim, na mnoge od tih spojeva značajan utjecaj ima svjetlo, a očekuje se da oni utječu na staničnu signalizaciju kod stanica plijesni, interferiraju pri prijenosu informacija te moduliraju ekspresiju gena zaduženih za prekursore na putu biosinteze aflatoksina ili blokiraju ključne enzime ovog procesa (Holmes i sur., 2008.). Stoga je prije *in vitro* istraživanja utjecaja takvih spojeva na inhibiciju rasta plijesni i biosintezu aflatoksina, potrebno istražiti utjecaj samog svjetla na aflatoksikogenu plijesan. Trenutno je dostupno nekoliko istraživanja objavljenih u posljednje vrijeme, a koja se bave utjecajem svjetla na plijesni roda *Aspergillus* (Calvo i Cary, 2016.; Kovač i sur., 2018.; Eom i sur., 2018.; Suzuki i sur., 2018.).

Naime, u stanicama plijesni roda *Aspergillus* prisutni su transkripcijski faktori koji reguliraju proces biosinteze aflatoksina (Reverberi i sur., 2008.; Reverberi i sur., 2010.; Fountain i sur., 2016.; Suzuki, 2018.). Tako se najnovija istraživanja okreću k *velvet* kompleksu – kompleksu transkripcijskih faktora, koji se naziva i globalnim regulatorom transkripcije, a koji regulira sekundarni metabolizam plijesni, između ostalog i biosintezu aflatoksina kao najznačajnijeg produkta sekundarnog metabolizma plijesni ovog roda (Roze i sur., 2011.; Eom i sur., 2018.).

### Materijali i metode

Najnovije spoznaje o ulozi *velvet* kompleksa u regulaciji sekundarnog metabolizma prikazane su na osnovi pregleda 17 znanstvenih radova iz dostupne literature. Pri tome su obuhvaćene sve dostupne spoznaje na ovu temu, a obuhvaćaju razdoblje od 2008. do 2019. godine.

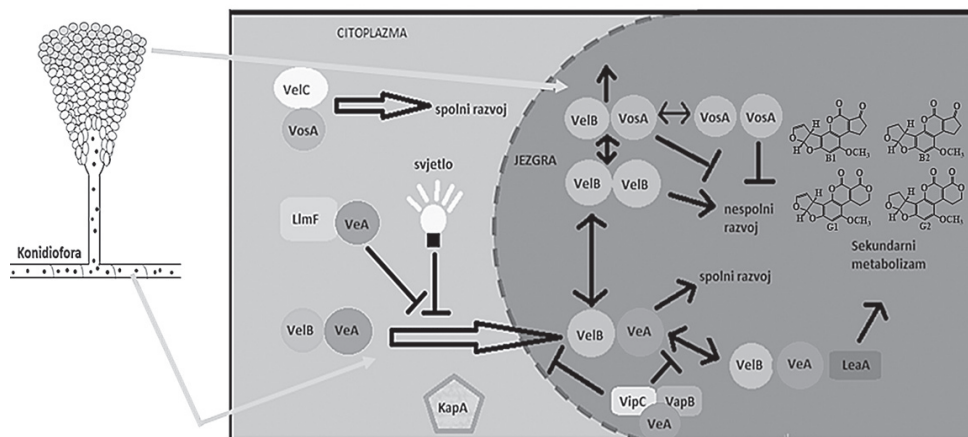
### Rezultati i rasprava

*Velvet* kompleks koji se nalazi u stanicama plijesni je proteinski kompleks kojeg čini više transkripcijskih faktora, a uloga i broj članova kompleksa se razlikuje ovisno o vrsti i rodu plijesni. Primjerice, ovaj kompleks se nalazi u askomicetama i bazidiomicetama, dok nije pronađen kod *Saccharomyces cerevisiae* i *Candida albicans* (Bayram i sur., 2008.; Yin i Keller, 2011.; Eom i sur., 2018.).

Pojednostavljeno, svjetlo kao važan čimbenik regulacije fizioloških procesa u raznih vrsta plijesni, utječe na rast i razvoj plijesni te biosintezu mikotoksina kroz regulaciju *velvet* kompleksa. Naime, ukoliko se rast plijesni odvija u tami dolazi do povezivanja transkripcijskih faktora u citoplazmi plijesni te transporta kompleksa u jezgru zahvaljujući importinu KapA, gdje dolazi do dodatnog vezanja s transkripcijskim faktorima, primjerice s LaeA, prilikom čega nastaje *velvet* kompleks (Roze i sur., 2011.). Prisutnost ovog kompleksa u jezgri stanice plijesni rezultira ekspresijom gena zaduženih za rast, razvoj i/ili biosintezu sekundarnih metabolita (Bayram i sur., 2008.; Bok i Keller, 2004.; Yin i Keller, 2011.; Roze i sur., 2011.).

Prema istraživanju Eom i sur. (2018.) genom plijesni *Aspergillus flavus* čini pet *velvet* gena, za razliku od ostalih plijesni pripadnika ovog roda, a za koje su zaduženi transkripcijski faktori članovi *velvet* kompleksa (Slika 1.). Navedeni geni su veA (još nazivan *ivelA*), *velB*, *velC*, *velD* i *vosA*, a uloge im se razlikuju. Tako je *velD* zadužen za regulaciju produkcije aflatoksina B1, dok su *vosA* i *velB* odgovorni za sadržaj trehaloze u sporama, ali i toleranciju spora na stres izazvan temperaturom ili ultraljubičastim zračenjem. Nadalje, dokazana je sinergistička uloga transkripcijskih faktora *VosA* i *VelB* u regulaciji biosintezetrehaloze te otpornosti spora plijesni na stres. Određeni utjecaj na rast plijesni imaju *VelC*, *VelD* i *VosA*, međutim uloga *VelC* u stanici plijesni nije do kraja razjašnjena. Uloga *velvet* kompleksa je još uvijek predmet istraživanja skupina znanstvenika.





Slika 1. Regulacija razvoja i sekundarnog metabolizma plijesni roda *Aspergillus* velvet kompleksom (prilagođeno prema Yin i Keller, 2011.; Roze i sur., 2011.; Gerke i Braus, 2014.; Calvo i Cary, 2016.; Eom i sur., 2018.).

## Zaključak

Plijesni roda *Aspergillus* su vrlo značajne zbog sposobnosti produkcije aflatoksina sekundarnim metabolizmom. Na osnovi dostupnih literaturnih informacija može se zaključiti kako intenzitet biosinteze sekundarnih metabolita plijesni ovog roda ovisi o regulaciji *velvet* kompleksom uslijed izloženosti plijesni svjetlu. Rezultat regulacije ovim kompleksom su promjene u rastu, razvoju i/ili biosintezi sekundarnog metabolita ove plijesni roda *Aspergillus*.

## Literatura

- Battilani, P., Toscano, P., Van Der Fels-Klerx, H.J., Moretti, A., Leggieri, M.C., Brera, C. (2016) Aflatoxin B1 contamination in maize in Europe increases due to climate change. *Scientific Reports*, 6, 24328.
- Bayram O, Krappmann S, Ni M, Bok JW, Helmstaedt K, Valerius O, Braus-Stromeier S, Kwon NJ, Keller NP, Yu JH, Braus GH: VelB/VeA/LaeA complex coordinates light signal with fungal development and secondary metabolism. *Science* 320:1504-1506, 2008.
- Bok, W., Keller, N.P. (2004): LaeA, a regulator of secondary metabolism in *Aspergillus* spp. *Eukaryotic Cell* 3:527-535.
- Calvo, A. M., Cary, J. W. (2016): Association of fungal secondary metabolism and sclerotial biology. *Frontiers in Microbiology* 6, 1-16.
- Eom, T.J.; Moon, H.; Yu, J.H.; Park, H.S. (2018): Characterization of the *velvet* regulators in *Aspergillus flavus*. *Molecular Microbiology*, 56, 1–9.
- Fountain, J. C., Bajaj, P., Pandey, M., Nayak, S. N., Yhang, L., Kumar, V., Jayale, A. S., Chitikineni, A., Zhuang, W., Scully, B. T., Lee, R. D., Kamerait, R. C., Varshney, R. K., Guo, B. (2016): Oxidative stress and carbon metabolism influence *Aspergillus flavus* transcriptome composition and secondary metabolite production. *Scientific reports*, 6, 38747.
- Gerke, J., Braus, G.H. (2014): Manipulation of fungal development as source of novel secondary metabolites for biotechnology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 9, 8443–8455.
- Holmes, R. A., Boston, R. S. & Payne, G. A. (2008): Diverse inhibitors of aflatoxin biosynthesis. *Applied Microbiology and Biotechnology* 78, 559–572.
- Hong, S.-Y., Roze, L., Linz, J. (2013): Oxidative Stress-Related Transcription Factors in the Regulation of Secondary Metabolism. *Toxins*, 5, 683–702.

10. IARC (2012): IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Chemical agents and related occupations. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 100, 9–562.
11. Kovač, M., Šubarić, D., Bulaić, M., Kovač, T., Šarkanj, B. (2018): Yesterday masked, today modified; what do mycotoxins bring next? *Arh. Hig. Rada Toksikol.*, 69:196-214.
12. Medina, A., Gilbert, M.K., Mack, B.M., O'Brien, G.R., Rodríguez, A., Bhatnagar, D., Payne, G., Magan, N. (2017): Interactions between water activity and temperature on the *Aspergillus flavus* transcriptome and aflatoxin B 1 production. *International Journal of Food Microbiology*, 256, 36–44.
13. Medina, A., Rodríguez, A., Magan, N. (2015): Climate change and mycotoxigenic fungi: Impacts on mycotoxin production. *Current Opinion in Food Science*, 5, 99–104.
14. RASFF 2017 Report. The Rapid Alert System for Food and Feed. Annual Report 2017; European Commission: Luxembourg, 2017.
15. Reverberi, M., Ricelli, A., Zjalic, S., Fabbri, A.A., Fanelli, C. (2010): Natural functions of mycotoxins and control of their biosynthesis in fungi. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87, 899-911.
16. Reverberi, M., Zjalic, S., Ricelli, A., Punelli, F., Camera, E., Fabbri, C., Picardo, M., Fanelli, C., Fabbri, A.A. (2008): Modulation of antioxidant defense in *Aspergillus parasiticus* is involved in aflatoxin biosynthesis: a role for the *ApyapA* gene. *Eukaryotic Cell*, 7, 988-1000.
17. Righetti, L., Paglia, G., Galaverna, G., Dall'Asta, C (2016): Recent Advances and Future Challenges in Modified Mycotoxin Analysis: Why HRMS Has Become a Key Instrument in Food Contaminant Research. *Toxins*, 8, 361.
18. Roze, L.V., Chanda, A., Linz, J.E. (2011): Compartmentalization and molecular traffic in secondary metabolism: a new understanding of established cellular processes. *Fungal Genetics and Biology* 48: 35-48.
19. Suzuki, T. (2018): Light-Irradiation Wavelength and Intensity Changes Influence Aflatoxin Synthesis in Fungi. *Toxins*, 10, 31: 1-12.
20. Yin, W., Keller, N.P. (2011): Transcriptional regulatory elements in fungal secondary metabolism. *The Journal of Microbiology* 49: 329-339.

## Regulation of *Aspergillus* spp. secondary metabolism by *velvet* complex

### Abstract

Secondary metabolism of *Aspergillus* spp. fungi is regulated by *velvet* complex. This fungi are producers of mycotoxins, secondary metabolites that are toxic at low doses. *Velvet* complex, composed of several transcription factors, is regulated by environmental factors. Among them, the impact of light on *velvet* is the most studied one, while impact of other factors is subject of up-to-date research. *Velvet* complex is regulator of expression of more than one hundred genes that are responsible for secondary metabolites biosynthesis, response on oxidative status modulation, growth and development of fungi. Regulation by *velvet* can be different between different fungi, even between members of the same genus. The aim of this study is to represent the newest cognition on the regulation of secondary metabolites of *Aspergillus* spp. fungi by *velvet* complex, under impact of light, because these fungi are producers of the most potent natural carcinogen – aflatoxin B1.

**Keywords:** *velvet* complex, *Aspergillus* spp., aflatoxins

## Pojavnost deoksinivalenol-3-glukozida u pivu prisutnom na tržištu Republike Hrvatske

Tihomir Kovač<sup>1</sup>, Nenad Maslarević<sup>1</sup>, Monika Bilić<sup>1</sup>, Biljana Crevar<sup>1</sup>, Marija Kovač<sup>2</sup>, Ante Nevistić<sup>2</sup>, Ante Lončarić<sup>1</sup>, Vinko Krstanović<sup>1</sup>, Kristina Mastanjević<sup>1</sup>, Bojan Šarkanj<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska, e-mail: tihomir.kovac@ptfos.hr

<sup>2</sup>Inspecto d.o.o., Industrijska zona Nemetin, Vukovarska cesta 239b, 31000 Osijek

<sup>3</sup>Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Koprivnica, Odjel za prehrambenu tehnologiju, Trg dr. Žarka Dolinara 1, 48000 Koprivnica

### Sažetak

Najčešće identificirani mikotoksin pripadnik skupine trihotecena je deoksinivalenol (DON). Modifikacijom DON-a u biljkama nastaje njegov modificirani oblik, biljni konjugat deoksinivalenol-3-glukozid (DON3Glc), podložan hidrolizi probavnim enzimima u ljudskom organizmu. Time se mogu otpustiti nekonjugirane molekule DON-a čime je ponovno bioraspoloživa slobodna molekula mikotoksina. Zbog navedenog, cilj ovog rada bio je odrediti pojavnost modificiranog oblika DON-a, DON3Glc u pivu prisutnom na tržištu Republike Hrvatske, budući da je pivo jedna od namirnica koja se proizvodi od žitarica, a u kojima je pojavnost DON3Glc očekivana. Ispitano je 12 uzoraka piva u triplikatu, 6 svijetlog i 6 tamnog, primjenom LC-MS/MS metode. Rezultati nisu pokazali značajnu razliku u sadržaju DON3Glc između uzoraka svijetlog (srednja vrijednost  $10,3 \pm 4,37 \text{ ng mL}^{-1}$ ) i tamnog (srednja vrijednost  $9,49 \pm 3,61 \text{ ng mL}^{-1}$ ) piva. Međutim, vidljiva je razlika u sadržaju DON3Glc ovisno o proizvođaču piva što može biti uzrokovano razlikama u sirovini, soju kvasca te razlikama tehnološkog procesa koji se primjenjuje pri proizvodnji piva različitih proizvođača.

**Cljučne riječi:** mikotoksini, deoksinivalenol-3-glukozid, pivo, LC-MS/MS

### Uvod

Najčešće identificirani mikotoksin pripadnik skupine trihotecena je deoksinivalenol (DON). Istraživanja su pokazala kako je moguća metabolička transformacija ovog mikotoksina kod kultura žitarica otporne na fuzarijsku palež klasa. Naime, na takvim kultivarima je zabilježena manja biomasa plijesni *Fusarium graminearum* i niža koncentracija DON-a u usporedbi s kultivarima koji nisu otporni na fuzarijsku palež klasa (Lemmens i sur., 2016.). Dokazano je kako je navedeno rezultat konverzije DON-a u polarniji derivat deoksinivalenol-3-glukozid (DON3Glc), pomoću kojeg se biljka brani od toksičnog učinka DON-a, a tako ga ujedno deponira u vakuolu (Lemmens i sur., 2016.). Međutim, osim glukozida, zabilježena je i pojava acetiliranih derivata DON-a, 3-acetil-deoksinivalenol (3Ac-DON) i 15-acetil-deoksinivalenol (15Ac-DON), te deoksinivalenol-3-sulfata i deoksinivalenol 15-sulfata (Dall'Asta i sur., 2010; Berthiller i sur., 2013; Warth i sur., 2015.).

Pojavnost DON-a i njegovih metabolita u žitaricama i proizvodima od žitarica pokazala su kako je razina kontaminiranosti uzoraka roditeljskim spojem, DON-om, i njegovim metabolitima gotovo jednaka. Ipak, u pivu je zabilježeno značajno više glukoze, čak do tri puta više (Malachova i sur., 2011.; De Boevre et al., 2012., 2013.; Varga i sur., 2013.; Crews i MacDonalds, 2016.). Upravo se ovakvi oblici mikotoksina nazivaju „maskirani“ mikotoksini, odnosno pripadaju skupini biološki modificiranih mikotoksina te se nazivaju biljnim konjugatima (Rychlik i sur., 2014.; EFSA, 2014.; Broekaert i sur., 2015.; Kovač i sur., 2018.) koji uzrokuju probleme kod vertebrata budući da su podložni hidrolizi probavnim enzimima u organizmu. Naime, pri navedenom procesu mogu otpustiti nekonjugirane molekule ksenobiotika, odnosno u organizmu je ponovno bioraspolaživa slobodna molekula mikotoksina, a od ranije je poznato je da su mikotoksini, za vertebrate, toksični sekundarni metaboliti nekih vrsta plijesni (Berthiller i sur., 2013; Broekaert i sur., 2015.; Kovač i sur., 2018.).

S druge strane prema procjeni rizika koja se računa s obzirom na količinu i učestalost unosa, pivo predstavlja značajan rizik izloženosti mikotoksinima zbog količine unosa. Kao primjer veći dio populacije će unijeti 2 L piva dnevno nego 2 kg kruha sa sličnim očekivanim koncentracijama DON-a, te značajno višim očekivanim koncentracijama DON3Glc-a u pivu (Varga i sur., 2013.).

Zbog svega navedenog, upravo je cilj ovog rada odrediti pojavnost modificiranog oblika DON-a, DON3Glc u pivu prisutnom na tržištu Republike Hrvatske.

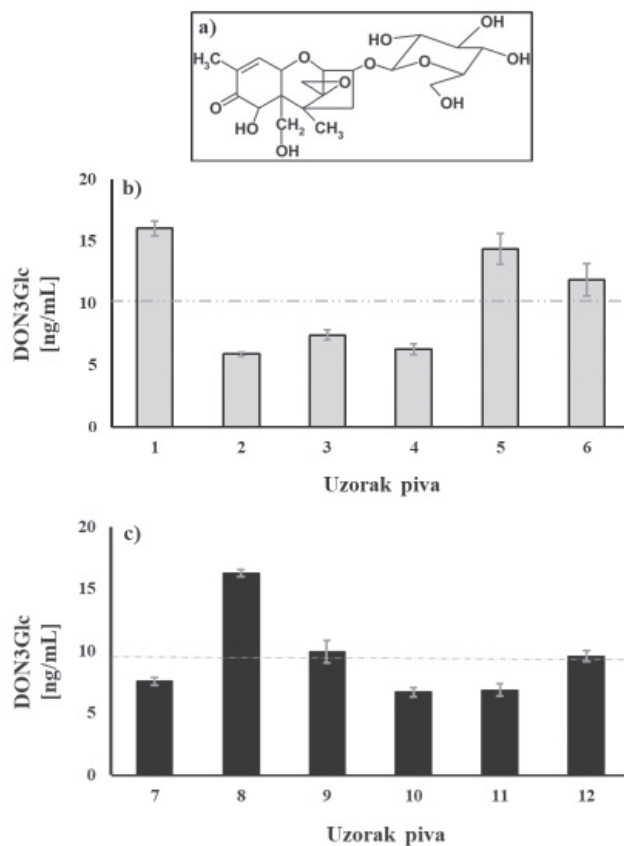
### Materijal i metode

DON3Glc prisutan u 12 uzoraka svijetlog i tamnog piva s tržišta Republike Hrvatske u 2018. godini, određen je LC-MS/MS dilute and shoot metodom razvijenom u svrhu ovog istraživanja. Svi uzorci piva su prikupljeni i mjereni u triplicatu. Volumni omjer razrjeđenja uzorka s 20%-tnom vodenom otopinom acetonitrila iznosio je 1:9. Uzorci su injektirani u LC-MS/MS sustav. Razdvajanje je provedeno na uređaju Acquity UPLC H-Class sustav (Waters, MA, SAD) uz Acquity BEH C18 kolonu (2,1 x 100 mm, 1,7  $\mu$ m) (Waters, SAD), a detekcija i kvantifikacija DON3GlcXevo TQD spektrometrom masa (Waters, MA, SAD). Po preračunavanju sve određene vrijednosti DON3Glc su korigirane za iskorištenje te izražene u  $\text{ng mL}^{-1}$ .

### Rezultati i rasprava

Rezultati određivanja pojavnosti su DON3Glc u svijetlom i tamnom pivu s tržišta Republike Hrvatske prikazani su na Grafikonu 1. Vidljivo je kako je sadržaj DON3Glc u svijetlom pivu u rasponu od 6,30 do 16,0  $\text{ng mL}^{-1}$  pri čemu je prosječna zabilježena vrijednost od 6 prikupljenih uzoraka  $10,3 \pm 4,37 \text{ ng mL}^{-1}$ , dok se u tamnom pivu sadržaj kreće u rasponu od 6,70 do 16,3  $\text{ng mL}^{-1}$  pri čemu je prosječna zabilježena vrijednost od 6 prikupljenih uzoraka  $9,49 \pm 3,61 \text{ ng mL}^{-1}$ . Takvi rezultati su u skladu s istraživanjem koje su proveli Varga i sur. (2013.) na uzorcima austrijskih i njemačkih piva.

Poznato je da proces proizvodnje piva povećava koncentraciju se DON3Glc u pivu u raznim fazama proizvodnje, i to zbog dva fenomena: i) *de novo* rasta *Fusarium* mikromiceta tijekom procesa slađenja, što je popraćeno proizvodnjom mikotoksina i njihovih metabolita (Mastanjević i sur., 2018.) te ii) degradacije stanične stijenke djelovanjem enzima, odnosno proteina vezanih za membrane i nakupina škroba u zrnu, pri čemu se oslobađa DON3Glc iz netopljivih oblika (Lancova i sur., 2008.; DiMuvungu i De Saeger, 2011.; Suman i Generotti, 2016.). Obzirom da je pivo popularno piće diljem svijeta izloženost mikotoksinima kroz njegovu konzumaciju može biti značajna za zdravlje ljudi. Stoga su prezentirane vrijednosti o sadržaju DON3Glc u pivu važne te mogu poslužiti pri određivanju i graničnih vrijednosti ovog mikotoksina u legislativu vezanu za piva.



Grafikon 1. Pojavnost deoksinivalenol-3-glukozida (DON3Glc) (a) u svijetlom (b) i tamnom (c) pivu s tržišta Republike Hrvatske.

## Zaključak

Na osnovi navedenog, može se zaključiti kako nije zabilježena značajna razlika u sadržaju DON-3Glc između uzoraka svijetlog i tamnog piva na tržištu Republike Hrvatske. Međutim, vidljiva je razlika u sadržaju DON3Glc ovisno o proizvođaču piva što je uzrokovano razlikama u kvaliteti sirovine (primjena fungicida na polju, odabir rezistentnih sorti, vrijeme i način skladištenja ječma i slada, i sl.), primjenjeni sojevi kvasca te razlikama tehnološkog procesa (dodatak surogata u obliku slađenih ili neslađenih žitarica – kukuruz, kukuruzna krupica, riža i sl.; utjecaj filtracije na vezanje ili izdvajanje mikotoksina) koji se primjenjuje pri proizvodnji piva kod različitih proizvođača.

## Literatura

- Berthiller, F., Crews, C., Dall'Asta, C., De Saeger, S., Haesaert, G., Karlovsky, P., Oswald, I.P., Seefelder, W., Speijers, G., Stroka, J. (2013): Masked mycotoxins: A review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57, 165–186.
- Broekaert, N., Devreese, M., De Baere, S., De Backer, P., Croubels, S. (2015): Modified *Fusarium* mycotoxins unmasked: From occurrence in cereals to animal and human excretion. *Food and Chemical Technology*, 80, 17-31.

3. Crews, C., MacDonald, S.J. (2016): Natural Occurrence of Masked Mycotoxins. In Dall'Asta C., Bethiller F., *Masked Mycotoxins in Food. Formation, Occurrence and Toxicological Relevance*. Cambridge, The Royal Society Chemistry, pp. 14-31.
4. Dall'Asta, G., Galaverna, G., Dossena, A., Sforza, S., Marchelli R. (2010): Masked Mycotoxins and Mycotoxin Derivatives in Food: The Hidden Menace. In: Rai M., Varma A. (eds.), *Mycotoxins in Food, Feed and Bioweapons*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 385-397.
5. De Boevre, M., Di Mavungu, J.D., Maene, P., Audenaert, K., Deforce, D., Haesaert, G., Eeckhout, M., Callebaut, A., Berthiller, F., Van Peteghem, C., De Saeger, S. (2012): Development and validation of an LC-MS/MS method for the simultaneous determination of deoxynivalenol, zearalenone, T-2-toxin and some masked metabolites in different cereals and cereal-derived food. *Food Additives and Contaminants*, 29, 5, 819–835.
6. De Boevre, M., Jacxsens, L., Lachat, C, Eeckhout, M., Di Mavungu, J.D., Audenaert, K., Maene, P., Haesaert, G., Kolsteren, P., De Meulenaer, B., De Saeger, S. (2013): Human exposure to mycotoxins and their masked forms through cereal-based foods in Belgium. *Toxicology Letters*, 218, 281– 292.
7. Di Mavungu, D., De Saeger, S. (2011): Masked mycotoxins in food and feed: challenges and analytical approaches. In: De Saeger S. (ed), *Determining mycotoxins and mycotoxigenic fungi in food and feed*. Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 385–400.
8. EFSA (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain) (2014): Scientific opinion on the risks for human and animal health related to the presence of modified forms of certain mycotoxins in food and feed. *EFSA Journal*, 12, 12, 3916, 107.
9. Kovač, M., Šubarić, D., Bulaić, M., Kovač, T., Šarkanj, B. (2018): Yesterday masked, today modified; what do mycotoxins bring next?. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 69:196-214.
10. Lancova, K., Hajslova, J., Poustka J., Krplova, A., Zachariasova, M., Dostalek, P., Sachambula, L. (2008): Transfer of *Fusarium* mycotoxins and 'masked' deoxynivalenol (deoxynivalenol-3-glucoside) from field barley through malt to beer. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 25 (6), 732-744.
11. Lemmens, M., Steiner, B., Sulyok, M., Nicholson, P., Mesterhazy, A., Buerstmayr, H. (2014): Masked mycotoxins: does breeding for enhanced *Fusarium* head blight resistance result in more deoxynivalenol-3-glucoside in new wheat varieties? *World Mycotoxin Journal* 9, 741–754.
12. Malachova, A., Dzman, Z., Veprikova, Z., Vaclavikova, M., Zachariasova, M., Hajslova, J. (2011): Deoxynivalenol, Deoxynivalenol-3-glucoside, and Enniatins: The Major Mycotoxins Found in Cereal-Based Products on the Czech Market. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59.
13. Mastanjević, K., Šarkanj, B., Krska, R., Sulyok, M., Warth, B., Mastanjević, K., Šantek, B., Krstanović, V. (2018): From malt to wheat beer: A comprehensive multi- toxin screening, transfer assessment and its influence on basic fermentation parameters. *Food Chemistry*, 254: 115-121.
14. Rychlik, M., Humpf, H.-U., Marko, D, Dänicke, S, Mally, A., Berthiller, F., Klaffke, H., Lorenz, N. (2014): Proposal of a comprehensive definition of modified and other forms of mycotoxins including "masked" mycotoxins. *Mycotoxin Res.*, 30, 197-205.
15. Suman, M., Generotti, S. (2016): Transformation of Mycotoxins upon Food Processing: Masking, Binding and Degradation Phenomena. In Dall'Asta C., Bethiller F. (Eds.), *Masked Mycotoxins in Food. Formation, Occurrence and Toxicological Relevance*. Cambridge: The Royal Society Chemistry, 73-96.
16. Varga, E., Malachova, A., Schwartz, H., Krska, R., Berthiller, F. (2013): Survey of deoxynivalenol and its conjugates deoxynivalenol-3-glucoside and 3-acetyl-deoxynivalenol in 374 beer samples. *Food additives and Contaminants part A*, 30(1), 137-146.
17. Warth, B., Fruhmann, P., Wiesenberger, G., Kluger, B., Šarkanj, B., Lemmens, M., Hametner, C., Fröhlich, J., Adam, G., Krska, R., Schumacher, R. (2015): Deoxynivalenol-sulfates: identification and quantification of novel conjugated (masked) mycotoxins in wheat. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 407(4), 1033-1039.

## Deoxynivalenol-3-glucoside in beers from Croatian market

### Abstract

Deoxynivalenol (DON) is one of the most frequent occurred member of trichotecenes group, and can be modified by plant metabolism to deoxynivalenol-3-glucoside (DON3Glc). DON3Glc that can be hydrolysed by human metabolism in which case DON is released and bioavailable again. Since beer is a product mainly made of cereals, it is probable to be contaminated with DON3Glc. Due to this possibility, DON3Glc occurrence in 12 beer samples available on Croatian market (6 samples of light and 6 samples of dark beer) was measured using LC-MS/MS technique. There was no observed significant difference between DON3Glc content in light (average of  $10.3 \pm 4.37 \text{ ng mL}^{-1}$ ) and dark (average of  $9.49 \pm 3.61 \text{ ng mL}^{-1}$ ) beer samples. However, there was observed difference according to different beer manufacturers, probably due to difference in the barley quality and technological processes applied.

**Keywords:** mycotoxins, deoxynivalenol-3-glucoside, beer, LC-MS/MS

## Virulentnost entomopatogenih nematoda i prirodne populacije endofitskih organizama u gusjenicama kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis*)

Betina Kelemen<sup>1</sup>, Jasenka Ćosić<sup>2</sup>, Andrija Brkić<sup>3</sup>, Emilija Raspudić<sup>2</sup>,  
Ankica Sarajlić<sup>2</sup>, Gabriella Kanižai Šarić<sup>2</sup>, Ivana Majić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>studentica diplomskog studija Bilinogojstvo smjer Zaštita bilja, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR31000 Osijek, Hrvatska

<sup>2</sup>Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: imajic@fazos.hr

<sup>3</sup>Poljoprivredni Institut Osijek, Odjel za oplemenjivanje i genetiku kukuruza, Južnopredgrađe 17, HR31000 Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Cilj rada je utvrditi prirodni mortalitet i populacije prirodnih endofitskih organizama u gusjenicama kukuruznog moljca, te potencijal entomopatogenih nematoda u suzbijanju ovog štetnika. Gusjenice kukuruznog moljca su prikupljene iz kukuruza u rujnu 2018. godine, te je proveden laboratorijski pokus u kojima se utvrdio njihov mortalitet nakon primjene entomopatogenih nematoda *Steiner nemafeltiae* ISO16. Disekcijom gusjenica su utvrđene gljive *Fusarium* spp. i *Mucor* spp., a nisu utvrđeni patogeni endofiti. U tretmanu sa 100 infektivnih ličinki *S. feltiae* ISO16 po gusjenici utvrđeno je prosječno 95% mortaliteta kukuruznog moljca. Utvrđeno je da su gusjenice kukuruznog moljca u vrlo dobrom zdravstvenom stanju u polju i otporne na utvrđene populacije gljiva *Fusarium* spp. i *Mucor* spp., a *S. feltiae* ISO16 ima izrazito insekticidno djelovanje.

**Ključneriječi:** *Steiner nemafeltiae* ISO16, *Fusarium* spp., *Mucor* spp., mortalitet gusjenica

### Uvod

Kukuruzni moljac (*Ostrinia nubilalis*) pripada leptirima iz porodice plamenaca (Pyralidae). Pčinjava velike gospodarske štete na kukuruzu, povrću i brojnim drugim kulturama (Raspudić i sur., 2013.). Ženkama krupnije tijelo, s rasponom krila od 25 do 30 mm i svijetlije je boje, dok je kod mužjaka raspon krila od 20 do 25 mm i tamnije je boje. Leptiri su svijetložute do svijetlosmeđe boje. Ženka polaže jaja u skupinama od 2 do 70 komada na naličje listova ili na rukavac listova. Jaja su blago spljoštena, veličine oko pola milimetara. Ovisno o vremenskim uvjetima, od 3 do 14 dana nakon ovipozicije izlaze gusjenice koje mogu narasti do 25 mm. Gusjenice su svijetloroze, sive do smeđe boje, a na leđnoj strani tijela svaki segment obilježen je s četiri točkice obrasle s dlačicama. Gusjenice prezimljavaju u kukuruzovini ili drugim biljkama domaćinima (paprika, rajčica, jabuka, krizanteme, konoplja i dr.). Zakukuljene gusjenice vrlo dobro podnose niske temperature tijekom zime. Leptiri prvih generacija počinju let u lipnju i u prvim danima srpnja. Najčešće se prvo pojave mužjaci, a nakon njih ženke. Let moljca traje oko



dvadeset dana, ali može i više. Ovaj štetnik ima dvije generacije godišnje, a druga generacija je u pravilu štetnija. Kemijsko suzbijanje se provodi najčešće u povrtlarskim kulturama i sjemen-skom kukuruзу, nakon što se utvrdi pojava jaja i ličinki prvog stadija (Raspudić i sur., 2013.). U Europi i svijetu, Bt hibridi kukuruza se koriste kao važan alat u zaštiti kukuruza od štetnih kukaca. To su genetski modificirani hibridi jer sadrže endofitsku patogenu bakteriju *Bacillus thuringi-ensis*. Ove bakterije prisutne su u polju u prirodnim populacijama (Urechean i Bonea, 2018.). Cagan i sur. (1998.) su utvrdili da osica *Trichogramma vanescens* u prirodnim populacijama parazitira više od 15% jaja kukuruznog moljca, a u Hrvatskoj su također je zabilježena njihova pojava (Sarajlić i sur., 2014.). Najčešći predatori i parazitoide gusjenica kukuruznog moljca su *Coleomegilla maculata*, *Eriborus terebrans*, *Habrobracon hebetor*, *Lydella thompsoni*, *Lixophaga* sp., *Macrocentrus grandii* i *Orius* spp. (Raspudić i sur., 2014.; Camerini i sur., 2018.). Tretiranjem gusjenica kukuruznog moljca entomopatogenom gljivom *Beauveria bassiana* i mikrosporidijem *Nosema pyrausta* utvrđeno je njihovo sinegrističko djelovanje i zadovoljavajući rezultati u suzbijanju ovog štetnika, a kod preživjelih jedinki utvrđen je značajnosmanjen životni vijek leptira i manja produkcija jaja (Rahman i sur., 2010.). Lewis i Johnson (1982.) su utvrdili da 14 dana nakon primjene, virusi mogu smanjiti brojnost gusjenica u stabljikama kukuruza za više od 65%. Kukuruzni moljac prezimljuje kao gusjenica u ostacima kukuruzovine ili ostalim biljnim dijelovi-ma na tlu. Ukoliko kukuruzovina nije zaorana u tlo divljač se može hraniti ostacima kukuruza i na taj način će doprinijeti smanjenju populacije kukuruznog moljca. U prirodne neprijatelje kukuljica uvrštavaju se kornjaši iz porodice Carabidae (trčci). Odrasli stadiji kukuruznog moljca imaju značajno manji broj prirodnih neprijatelja od ostalih stadija, a najčešće su to ptice.

Entomopatogene nematode iz porodica Steinernematidae i Heterorhabditidae su biopesticidi s visokom učinkovitosti, usporedivo s kemijskim insekticidima (Majić i sur., 2018.). Prisutne su u prirodnim populacijama u tlu, a mogu se aplicirati u tlo ili na biljku standardnim metodama za primjenu pesticida. U Hrvatskoj su prvi puta utvrđene 2016. godine (Majić i sur., 2019.). Sigurne su okoliš, životinje i ljude, a često su otporne na kemijske pesticide, pa se mogu miješati (Majić i sur., 2017.).

Cilj rada je utvrditi prirodni mortalitet i populacije prirodnih endofitskih organizama u gusjenicama kukuruznog moljca, te potencijal entomopatogenih nematoda u suzbijanju ovog štetnika.

## Materijal i metode

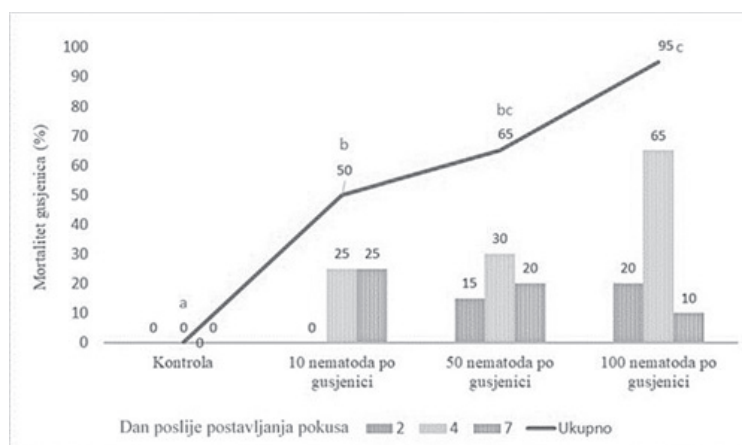
U rujnu 2018. godine, na selekcijskom polju Poljoprivrednog instituta Osijek, obavljena je disekcija stabljika kukuruza te su prikupljene ličinke kukuruznog moljca. U sterilne plastične posudice je prikupljeno više od 200 gusjenica posljednjih stadija razvoja. U laboratoriju je utvrđen prirodni mortalitet gusjenica tijekom sedam dana, a čuvane su bez hrane i vode. Radi kanibalističkog ponašanja, gusjenice su pojedinačno odvojene do postavljanja pokusa. Entomopatogenenematode *Steinernema feltiae* ISO16 (hrvatski soj) testirane su u koncentracijama 0, 10, 50 i 100 nematoda po gusjenici u laboratorijskim uvjetima. U staklene Petrijeve zdjelice postavljeno je dva okrugla filter papira (Whatman 1), te su navlaženi s 1 mL vode. Kultura entomopatogenih nematoda se uzgaja i skladišti pri Laboratoriju za nematologiju Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek prema Majić i sur. (2019.). Infektivne ličinke nematodasu koncentrirane u 1,5 mL vode te dodane na navlaženi filter papir. Nakon 1 h dodano je 10 gusjenica kukuruznog moljca u Petrijeve zdjelice. Pokus je proveden na sobnoj temperaturi, a mortalitet gusjenica je praćen 2., 4. i 7. dan nakon postavljanja pokusa. Uginule gusjenice postavljene su na White-ovu zamku kako bi se izdvojile nove generacije infektivnih ličinki entomopatogenih nematoda (Majić i sur., 2018.).

Hranjive podloge (potatodextrose agar, PDA) razlivena su u staklene Petrijeve zdjelice (Ø 9 cm) prema standardnim metodama te su čuvane u hladnjaku na 4 °C do upotrebe. Na uginulim gusje-

nicama je obavljena disekcija te je sa steriliziranom iglom uzet bris koji je prenesen na hranjivu podlogu. Hranjive podloge sendofitskim organizmima uzgajane su na sobnoj temperaturi (oko 23 °C). Grupe endofitskih mikroorganizama iz gusjenica kukuruznog moljca identificirane su prema morfološkim karakteristikama. Za statističku obradu podataka koristio se SAS/STAT (SAS Institute Inc., 2000.). Kolmogorov – Smirnov test nije ukazao na potrebu za transformiranjem brojnosti uginulih gusjenica. Nakon analize varijance za sve ispitivane parametre kod svih tretmana, razlike između srednjih vrijednosti su testirane Tukey testom ( $P < 0,05$ ).

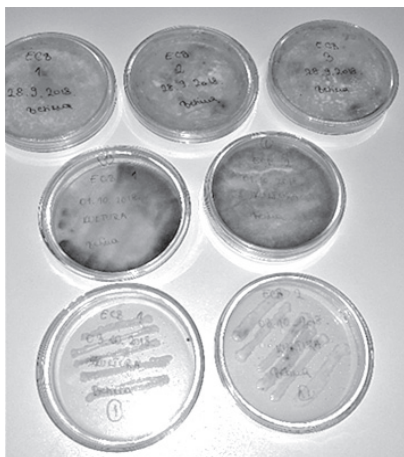
## Rezultati i rasprava

Utvrđena je visoka patogenost hrvatskog soja *S. feltiae* ISO16 za gusjenice kukuruznog moljca (Grafikon 1). Statistički značajne razlike su utvrđene između kontrolnog i tretmana s entomopatogenim nematodama. Sedmi dan nakon postavljanja pokusa, u tretmanima s 100 infektivnih ličinki *S. feltiae* po gusjenici utvrđen je statistički značajno najviši mortalitet kukuruznog moljca i to prosječno 95%. Ben-Yakir i sur. (1998.) su utvrdili slično, statistički značajan utjecaj entomopatogenih nematoda na mortalitet ovog štetnika kako u laboratoriju, tako i u pokusima u staklenicima izravno aplicirajući nematode na stabljike i listove kukuruza. Mortalitet gusjenica se također kretao iznad 50% te su zaključili da su ekonomski značajno zaštitili kukuruz koristeći entomopatogenih nematode. Riga i sur. (2001.) su utvrdili da *S. feltiae* može statistički značajno smanjiti štete od kukuruznog moljca na kukuruzu u poljskim pokusima, te da se populacija nematodaprirodno održala u tlu do iduće vegetacije.

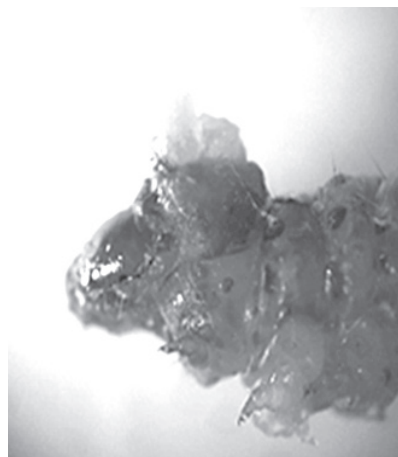


Grafikon 1. Virulentnost entomopatogenih nematoda *Steinernema feltiae* ISO16 za gusjenice kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis*)

Na gusjenicama nisu uočeni simptomi napada patogena, niti su utvrđene prirodne populacije patogenih endofitskih mikroorganizama. Na hranjivim podlogama uzgojene su i identificirane gljive iz rodova *Fusarium* i *Mucor* (Slika 1 i 2), te brojne populacije endofitskih bakterija. Fisher i sur. (1992.) su potvrdili da su zdrave biljke kukuruza bogate brojnim vrstama endofitskih bakterija i gljiva. Isti autori navode da su vrste iz rodova *Fusarium* česti nalaz u stabljici kukuruza, što ukazuje na razlog pronalaska ove gljive u probavi gusjenica kukuruznog moljca. Gljive iz roda *Fusarium* su značajne zbog ostataka njihovih metabolita (mikotoksina) u kukuruzu, a neke vrste su značajni biljni patogeni, no mogu biti i entomopatogeni. Sobek i Munkvold (1999.) su utvrdili da su gusjenice kukuruznog moljca vektori ovih gljiva jer ih unose s površine u unutrašnjost stabljike kukuruza.



Slika 1. Uzgojeni endofitski mikroorganizmi iz gusjenica kukuruznog moljca (Izvor: B. Kelemen, 2018.)



Slika 2. Endofitska gljiva na glavi gusjenice kukuruznog moljca (Izvor: B. Kelemen, 2018.)

### Zaključak

Ovim pokusom je utvrđeno da su gusjenice kukuruznog moljca u vrlo dobrom zdravstvenom stanju u polju i otporne na identificirane populacije gljiva *Fusarium* spp. i *Mucor* spp. Potrebno je analizirati i ostale stadije kukuruznog moljca, kao i prirodne neprijatelje u polju koji su neizravno u interakciji s ovim štetnikom. Također, nisu iscrpljene sve metode izolacije patogenih organizama kao što su npr. virusi, pa se to preporuča za iduća istraživanja. Entomopatogenene matode *S. feltiae* ISO16 pokazale su veliki potencijal kao biološki agenti u suzbijanju kukuruznog moljca, ali trebaju se testirati na drugim stadijima ovog štetnika, te pokuse treba provesti u realnim uvjetima, u polju ili zaštićenom prostoru.

### Literatura

1. Ben-Yakir, D., Efron, D., Chen, M., Glazer, I. (1998): Evaluation of entomopathogenic nematodes for biocontrol of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, on sweet corn in Israel. *Phytoparasitica*, 26(2), 101-108.
2. Cagan, L., Tancik, J., Hassan, S. (1998): Natural parasitism of the European corn borer eggs *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep., Pyralidae) by *Trichogramma* in Slovakia—need for field releases of the natural enemy. *Journal of Applied Entomology*, 122(1-5), 315-318.
3. Camerini, G., Maini, S., Riedel, M. (2018): *Ostrinia nubilalis* parasitoids in Northern Italy: Past and present. *Biological Control*, 122, 76-83.
4. Fisher, P.J., Petrini, O., Scott, H.L. (1992): The distribution of some fungal and bacterial endophytes in maize (*Zea mays* L.). *New Phytologist*, 122(2), 299-305.
5. Lewis, L.C., Johnson, T.B. (1982), Efficacy of two nuclear polyhedrosis viruses against *Ostrinia nubilalis* [Lep.: Pyralidae] in the laboratory and field. *Entomophaga*, 27(1), 33-38.
6. Majić, I., Sarajlić, A., Lakatos, T., Tóth, T., Raspudić, E., Zebec, V., Kanižai Šarić, G., Laznik, Ž. (2018): First report of entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) from Croatia. *Helminthologia*, 55(3), 256-260.
7. Majić, I., Sarajlić, A., Lakatos, T., Tóth, T., Raspudić, E., Puškadija, Z., Kanižai Šarić, G., Laznik, Ž. (2019): Virulence of new strain of *Heterorhabditis bacteriophora* from Croatia against *Lasiotera rubi*. *Plant Protection Science*, 55(2), 134-141.

8. Majić, I. (2017): Compatibility of bio-nematicide and plant stimulant of microbial origin with *Heterorhabditis bacteriophora*. IOBC/WPRS bulletin, 129, 125-129.
9. Rahman, K.A., Barta, M., Cagáň, L. (2010): Effects of combining *Beauveria bassiana* and *Nosema pyrausta* on the mortality of *Ostrinia nubilalis*. Open Life Sciences, 5(4), 472-480.
10. Raspudić, E., Brmež, M., Majić, I., Sarajlić, A. (2014): Insekticidi u zaštiti bilja. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 63.
11. Raspudić, E., Sarajlić, A., Ivezić, M., Majić, I., Brmež, M., Gumze, A. (2013): Učinkovitost kemijskoga suzbijanja kukuruznoga moljca u sjemenskome kukuruzu. Poljoprivreda, 19(1), 11-15.
12. Riga, E., Whittlecraft, J., Potter, J. (2001): Potential of controlling insect pests of corn using entomopathogenic nematodes. Canadian Journal of Plant Science, 81(4), 783-787.
13. Sarajlić, A., Raspudić, E., Majić, I., Ivezić, M., Brmež, M. (2014): Učinkovitost prirodne populacije osica *Trichogramma* suzbijanju kukuruznog moljca u poljskim uvjetima. Poljoprivreda, 20(2), 18-22.
14. Sobek, E.A., Munkvold, G.P. (1999): European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) larvae as vectors of *Fusarium moniliforme*, causing kernel rot and symptomless infection of maize kernels. Journal of economic entomology, 92(3), 503-509.
15. Urechean, V., Bonea, D. (2018): The comparative study of Bt corn and conventional corn regarding the *Ostrinia nubilalis* attack and the *Fusarium* spp. infestation in the central part of Oltenia. Romanian Biotechnological Letters, 23(4), 13728-13735.

## Virulence of entomopatogenic nematodes and natural populations of endophytes in European corn borer larvae (*Ostrinia nubilalis*)

### Abstract

The aim is to evaluate natural mortality and populations of endophytes in European corn borer (ECB) larvae, and potential of entomopathogenic nematodes in control of this pest. European corn borer larvae are collected from maize stalks in September 2018, and virulence of *Steinernema feltiae* ISO16 was tested under laboratory conditions. Pathogenic endophytes were not observed, however fungi *Fusarium* spp. and *Mucor* spp. are found inside gut of ECB larvae. Treatment of 100 infective juveniles of *S. feltiae* ISO16 per insect larvae caused the statistically highest mortality of 95% of ECB. ECB larvae are found in a good health inside the maize stalks and they are resistant to identified populations of *Fusarium* spp. and *Mucor* spp.. Croatian strain *S. feltiae* ISO16 proved its strong insecticidal properties against ECB larvae.

**Keywords:** Steiner nemafeltiae ISO16, *Fusarium* spp., *Mucor* spp., ECB larval mortality

## Physical, chemical and biological parameters of drinking water quality of the City of Velika Gorica water supply facility

Tatjana Tušek<sup>1</sup>, Damir Alagić<sup>1</sup>, Spomenko Triplat<sup>2</sup>,  
Đurica Kalembert<sup>1</sup>, Marko Božurić<sup>3</sup>, Miomir Stojnović<sup>1</sup>, Vedran Nervo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Križevci College of Agriculture, M. Demerca 1, 48 260 Križevci, Croatia, e-mail: ttusek@vguk.hr

<sup>2</sup>Nidus Ltd., Mihovila Pavleka Miškine3, 42 230 Ludbreg, Croatia

<sup>3</sup>VG Vodoopskrba Ltd. Kneza Ljudevita Posavskog 45, 10 410 Velika Gorica, Croatia

### Abstract

The paper deals with the physical, chemical and biological parameters of drinking water quality sampled at the City of Velika Gorica water supply facility in 2015 and 2016. Special attention was paid to the influence of the season on the water quality parameters and the presence of atrazine in drinking water by monitoring its concentration in relation to the MDK (maximum permitted concentrations) prescribed by the relevant Ordinance (Official Gazette 125/2013). All results of the analysis of physical and chemical parameters in 2015 and 2016 showed lower values compared to MDK, except atrazine in 2016, whose concentration in one sample was 0.1 µg / L, which is at the MDK boundary. Of the biological parameters, no *Escherichia coli*, total coliforms, enterococci, *Pseudomonas aeruginosa* were isolated in one sample of drinking water, while aerobic bacterial values at 22 and 37 ° C were below MDK values and at these concentrations were not a hazard to human health. According to the results of the analysis, no significant influence of rainfall over the seasons was noticed on the above parameters. All the analyses from 2015 and 2016 have shown that the water is health-friendly for drinking and that it complies with the provisions of the relevant Ordinance.

**Keywords:** analysis, drinking water quality, atrazine

### Introduction

Water is a unique and irreplaceable natural resource of limited quantities and uneven spatial and temporal distribution (Biondić, 2009). Nearly 97.5% of the water on Earth is salty, and only about 2.5% is fresh water. Of the total amount of fresh water, 69.9% are "trapped" in the form of eternal ice and snow, and part is bound in organisms, is in the atmosphere, or makes moisture in the soil, which practically means that it is unavailable to human needs. The remainder of 30.1% of the total amount of fresh water on Earth makes the liquid fresh water. Of these, only about 1% are found in rivers, fresh lakes and wetlands, and 99% is groundwater (Mayer, 2004). The water surface on the planet is 71%. From the fact that life on Earth itself began in the water, Biondić (2009) states that all forms of life and all human activity are more or less related to water and from this it clearly derives the importance of man's relationship to water.

Economic development and urbanization lead, on the one hand, to a great increase in water demand and, secondly, to the endangerment of water resources and the water environment.

Water can thus become a limiting factor of development and threat to human health and the sustainability of natural ecosystems (Biondić, 2009). Bermanec (2015) states that good and healthy drinking water is the water of good sensory properties (without colour, turbidity and odour) without the presence of substances in concentrations that could harm the human body (chemically correct water) and without water-borne pathogens (microbiologically correct water). The Council Directive 98/83 / EC (IP<sup>1</sup>) on the quality of water intended for human consumption aims to protect human health from the negative effects of any pollution of water intended for human consumption, by ensuring its health and cleanliness.

The aim of the paper is to use the available data to determine the drinking water quality of the Velika Gorica water course based on "A" and "B" water analysis on the examined quality parameters and only the atrazine, "C" analysis. The assumption is that the impact on the prominent parameters of drinking water quality has precipitation opportunities and human activity expressed through agricultural, industrial and traffic pollution from the environment due to the position of Velika Gorica water supply facility.

### Material and Methods

The Velika Gorica water supply system consists of five wells where 60 000 m<sup>3</sup> of water per day are collected for the needs of 50.000 inhabitants, or 75% of the population. The water supply system provides drinking water to the town of Velika Gorica and the surrounding settlements, the Orle, Kravarsko and Pokupsko municipalities, and it complements the water supply system of the City of Zagreb and Lekenik Municipality. The location of the water supply facility is uninhabited, covered by private-owned farmland with the cultivation of field crops (zone II), except in the first protection zone owned by the City of Velika Gorica. The water supply facility feature is the exceptional density of roads surrounding it and the industrial and commercial facilities, and they make the boundary of the II. sanitary protection zone (Gorenc et al., 2009). In addition to the road, near the water supply facility is Franjo Tuđman Airport (only a few hundred meters) and the City of Zagreb (about 10 km).

In the laboratory of the Zagreb County Public Health Institute, samples of water from the water supply facility of Velika Gorica were processed. For comparison of the influence of rainfall on water quality parameters at annual seasons, samples were taken monthly in 2015 and 2016. The analyses include the physical parameters of water quality, the turbidity (HRN EN ISO 7027: 2001) and water temperature (thermometry). In addition to the physical properties, the chemical parameters are analysed: nitrates (HRN EN ISO 10304-1: 2009), chlorides (HRN EN ISO 10304-1: 2008), electrical conductivity (HRN EN 27888: 2008) and pH value (HRN EN ISO 10523:2012) and atrazine (analysed by the Croatian Institute of Public Health (HZJZ), while for the biological parameters aerobic bacteria were analysed (At 37 ° C / 48 h / HRN EN ISO 6222-2000), aerobic bacteria (22 ° C / 72 ° C) (HRN EN ISO 6222-2000) and mandatory presence of the pathogen: *Escherichia coli* (HRN EN ISO 9308-1:2014), total coliform (HRN EN ISO 9308-1: 2014), enterococci (HRN EN ISO 7899-2: 2000), *Pseudomonas aeruginosa* (HRN EN ISO 16266-2008). The data obtained were processed by statistical method using the Statistics 8.0 (Statsoft.Inc 1984 - 2008). The results were tested by Student's t-test where a P value < 0.05 was selected to indicate significance. The data for the maximum permissible concentration (MDK) of the processed parameters are taken from the Annex I. of the Ordinance on compliance parameters and methods of analysis of water for human consumption (OG / 125/2013, 141/2013, 128/2015). The obtained results are in conformity with the requirements of Article 5 of the Law on Water for Human Consumption (OG 56/2013, 64/2015). For the purposes of the research, data on precipitation from the Croatian Meteorological and Hydrological Service (DHMZ) for the years 2015 and 2016 were used for the measuring station Zagreb - Pleso Airport.

## Results and Discussion

For the parameters of turbidity and water temperature between 2015 and 2016 there is no statistically significant difference ( $P \geq 0.05$ ), but in relation to the MDK values of the applicable Ordinance (IP<sup>2</sup>), as shown in Table 1, there is a statistically significant difference at the level  $P < 0.05$ . Water turbidity, as stated by Mayer (2004), is common in surface waters after heavy rains or sudden snow melting, while in groundwater very rarely occurs due to the filtration process during groundwater passage through an aqueous medium with interstitial porosity and gravel layer around the filter part of the well, and then, when seen, it usually warns of a badly designed, badly constructed or damaged well. Results from Table 1 are common for water temperature. Groundwater has a relatively uniform temperature throughout the year, and external influences are greatly mitigated. This illustrates very well the relation between the water temperature of the Sava River and the groundwater temperature at the StaraLoza reservoir, which is about 1 km from the Sava River and is in a good hydraulic connection with it. Long-term measurements show that river water temperatures typically range from + 4 °C in mid-winter to + 28 °C during the summer. At the StaraLoza reservoir, the temperature of the groundwater is between + 8 °C and + 12 °C during the year. Thus, at a distance of only 1 km from the river, annual change in river water temperature amplitude of about 24 °C is mitigated to only 4 °C for groundwater (Mayer, 2004). The colour and smell of water in 2015 and 2016 comply with the applicable Ordinance (IP<sup>2</sup>) and its amendment (IP<sup>3</sup>). According to Mayer (2004), the colour and smell of water are only physical manifestations of other types of contamination (eg. contamination with *P. aeruginosa*, sweet smell and bluish pigment).

Table 1: Results of the analysis of physical (a<sub>1</sub>, b<sub>1</sub>, c<sub>1</sub>) and chemical (A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>) parameters of drinking water quality of all the wells of VelikaGorica water supply system

Parameter	Statistical characteristic	2015 a <sub>1</sub>	2016 b <sub>1</sub>	MDK c <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> ,b <sub>1</sub> ,c <sub>1</sub> A <sub>1</sub> ,B <sub>1</sub> ,C <sub>1</sub> *P<0.05
Turbidity n=36	$\bar{x}$	0.37	0.45	4 NTU	a <sub>1</sub> c <sub>1</sub> *; b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> *
	s	0.16	0.32	4 NTU	
	s $\bar{x}$	0.027	0.053	4 NTU	
Water Temperature n=36	$\bar{x}$	12.17	10.71	25°C	a <sub>1</sub> c <sub>1</sub> *; b <sub>1</sub> c <sub>1</sub> *
	s	2.1	4.4	25°C	
	s $\bar{x}$	0.35	0.73	25°C	
Nitrates n=35	$\bar{x}$	22.83	21.6	50 mg/L	A <sub>1</sub> C <sub>1</sub> *; B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> *
	s	2.31	8.24	50 mg/L	
	s $\bar{x}$	0.39	1.39	50 mg/L	
Chlorides n=36	$\bar{x}$	22.31	19.14	250 mg/L	A <sub>1</sub> C <sub>1</sub> *; B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> *
	s	5.91	8.55	250 mg/L	
	s $\bar{x}$	0.99	1.43	250 mg/L	
Electrical Conductivity n=36	$\bar{x}$	632.67	485.92	2500 μS/cm/20°C	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> *; A <sub>1</sub> C <sub>1</sub> *; B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> *
	s	131.89	308.25	2500 μS/cm/20°C	
	s $\bar{x}$	21.98	51.38	2500 μS/cm/20°C	
pH n=36	$\bar{x}$	7.08	6.27	6.5 – 9.5	A <sub>1</sub> C <sub>1</sub> *; B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> *
	s	1.22	2.55	6.5 – 9.5	
	s $\bar{x}$	0.20	0.43	6.5 – 9.5	

NTU - Nephelometric Turbidity Unit

\* - statistically significant difference

The results of the analysis of the chemical parameters of drinking water quality (Table 1) show that between 2015 and 2016 there are no statistically significant differences, except for electrical conductivity values, which are significantly lower in 2016 than in 2015 ( $P < 0.05$ ). The values of chemical parameters in both years were statistically significantly lower than MDK ( $P < 0.05$ ). For the water supply facility Prelog, Glumac et al. (2009) indicate that the average nitrate values for the period 2006-2008 amounted to 32 mg/L, which was the result of intensive agricultural production in the zone of water supply, and that it would therefore have to go to land purchase to extend the water protection zone. Similar situation exists in the VelikaGorica water supply system. Table 1 shows that chloride concentrations are extremely low in relation to MDK. Štambuk-Giljanović et al. (2008) state that chloride concentrations above 250 mg/L in drinking water can cause corrosion in the water supply system and an unpleasant taste of water. Measured electrical conductivity indicate the degree of mineralization of water and confirm that it is drinking water ( $< 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) (IP<sup>4</sup>). According to Šimunić (2013), the best pH value is between 6 and 7.5, which is the case in the VelikaGorica water supply system. The results of the analysis showed that atrazine concentrations were lower than MDK (IP<sup>2</sup>), except for November, 2016, when the MDK at the well No3 reached the limit, and at the well No2 had concentration of 0.09  $\mu\text{g}/\text{L}$ . We can assume that because of the higher precipitation levels in October and November 2016, there has been a greater amount of rainwater in the groundwater, causing the rise of deep waters, since in December 2016, when the rainfall is extremely low, the concentrations are significantly lower than MDKs. Gorenc et al. (2009) state that atrazine in the VelikaGorica water supply system has been analysed since 2001. Atrazine concentrations peaked in 2004 when the values ranged from 0.09 to 0.13  $\mu\text{g}/\text{L}$  and the mean value was 0.11  $\mu\text{g}/\text{L}$  for the well No2. Since 2005, the atrazine concentration drops steadily. This trend is also visible in 2016, with atrazine concentrations significantly lower than in 2004. Also, Gorenc et al. (2009) state that the VelikaGorica water supply system has three sanitary protection zones. The second zone consists of several agricultural land that is being cultivated, there is no insight into their treatment and there is a constant risk of potential groundwater contamination. Therefore, it should go to the purchase of agricultural land from another sanitary zone and thus permanently solve this problem. The concentration of atrazine in 2016 did not exceed the value of MDK. Rainfall, although in some months abundant, for example between May and October 2015 and February 2016 (Table 2), did not have an impact on the results of the analysis with respect to MDK.

Table 2: DHMZ data for monthly precipitation (mm) in 2015 and 2016, measuring station Zagreb - Pleso (IP5)

Year/ Month	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
<b>2015.</b>	73.3	95.4	30.5	30.7	<b>151.1</b>	59.7	91,5	61.2	95.7	<b>195.3</b>	47.6	3.1
<b>2016.</b>	73.7	<b>157.4</b>	51.7	53.9	100.8	132.5	57.6	74.0	56.6	112.7	100.9	2.1

The results of biological parameters analysis of aerobic bacteria at 37 °C/ 48h and 22 °C/ 72h in 2015 and 2016 are shown in Table 3. In either sample of drinking water were not isolated *Escherichia coli*, total coliforms, enterococci, *Pseudomonas aeruginosa*, while the values for aerobic bacteria at 22 and 37 °C were below the MDK values and at these concentrations were not a hazard to human health. An abnormal increase in the number of bacteria can be a timely indication of contamination of any origin (Šušnjara et al., 2011).



Table 3: Analysis results for aerobic bacteria (bct.) in 2015 and 2016

Year	Parameter	Quantification limit	No of samples below quantification limit	No of samples above quantification limit	Range /min.-max./ samples>quantification	MDK
2015.	Aerobic bct/ 37°C/48h	<1	27	8	1 – 16cfu/ml	20cfu/ml
	Aerobic bct/ 22°C/72h	<1	23	12	1 – 3cfu/ml	100cfu/ml
2016.	Aerobic bct/ 37°C/48h	<1	22	9	1 – 16cfu/ml	20cfu/ml
	Aerobic bct/ 22°C/72h	<1	13	18	1 – 51cfu/ml	100cfu/ml

### Conclusion

All results of the analysis of the physical and chemical parameters of drinking water in 2015 and 2016 were lower than the MDK values, except atrazine, which in one case was 0.1 µg/L, which is at the MDK boundary. Of the biological parameters, no *Escherichia coli*, total coliforms, enterococci, *Pseudomonas aeruginosa* were isolated in the samples of drinking water, while aerobic bacterial values at 22 and 37 °C were below MDK values and at these concentrations were not a hazard to human health. Rainfall in 2015 and 2016 during the seasons did not have a significant impact on the health of drinking water on the basis of determined physical, chemical and biological parameters, but it was noted that during the months of increased rainfall they further reduced their concentrations due to the resulting dilution. Purchase of land from the second sanitary protection zone is required in order to permanently eliminate the potential hazard of water contamination in the water supply system from any source.

### References:

- Bermanec, M. (2015): Mikrobiološko onečišćenje pitke vode Bjelovarsko-bilogorske županije u razdoblju od 2011. do 2013. godine. Završni rad, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci.
- Biondić, B., Zojer, H., Biondić, R., Meaški, H. (2009): Sustainability of the water resources in the National Park Plitvice Lakes // Sustainability of the karst environment - Dinaric karst and other karst regions. Gospić, Plitvice Lakes: Centre for karst, 2009., 23-24.
- Glumac, N., Topolnjak, V., Kolenić, N., Jambrošić, K. (2009): Trend smanjenja koncentracije nitrata na vodocrpilištu Nedelišće. XIII. Znanstveno – stručniskup „Voda i javna vodoopskrba“, Hrvatskizavod za javno zdravstvo i Županijski zavodi za javno zdravstvo. Gradac, 30.09. - 03.10.2009., 143 - 151.
- Gorenc, K., Mundjer, Z., Visković, N., Andreis, S., Šikić, S. (2009): Zdravstvena ispravnost vode za piće vodocrpilišta Velika Gorica s osvrtom na prisutnost atrazina. XIII. Znanstveno – stručniskup „Vodaijavna vodoopskrba“, Hrvatski zavod za javno zdravstvo i Županijski zavodi za javnozdravstvo. Gradac, 30.09. - 03.10.2009., 159 - 168.
- Internet portal (IP): IP1- <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A31998L0083>. Direktiva vijeća 98/83/EZ od 3. studenoga 1998. o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju, članci 1. i 2.1. (23.8.2017., 19:00).  
IP2-[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_10\\_125\\_2694.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_10_125_2694.html). Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013), članak 1., 3.1. (19.10.2017., 19:28).  
IP3-[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_11\\_141\\_3029.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_11_141_3029.html). Pravilnik o izmjenama pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsk upotrošnju (NN 141/2013). (30.01.2018., 20:03).

- IP4- [https://hr.wikipedia.org/wiki/Ukupne\\_otopljene\\_tvori](https://hr.wikipedia.org/wiki/Ukupne_otopljene_tvori). (6.2.2018., 9:39).  
IP5- [klima.hr/klima.php?id=k2&param=k2\\_1&elmet=oborina](http://klima.hr/klima.php?id=k2&param=k2_1&elmet=oborina),. (4. 11. 2017., 16:15).
6. Mayer, D. (2004): Voda od nastanka do upotrebe. Prosvjeta, Zagreb.
  7. Prilog I Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013, 141/2013, 128/2015)
  8. Statistica 8.0 (Statsoft.Inc 1984.-2008.).
  9. Šimunić, I. (2013): Uređenje voda. Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.
  10. Štambuk-Giljanović, N., Dumanić, T., Ledić, M., Poljak, M., Bakavić, A.S. (2008): Razine klorida u vodama Dalmacije tijekom 2006. godine. XII. Znanstveno – stručni skup „Voda i javna vodoopskrba“, Hrvatski zavod za javno zdravstvo i Županijski zavodi za javno zdravstvo. Jakišnica - otok Pag, 01. - 04.10.2008., 159 - 173.
  11. Šušnjara, V., Kran, Lj., Šikić, S. (2011): Mikrobiološki pokazatelji u vodi za piće lokalnih vodovoda i individualnih vodoopskrbnih objekata na području grada Zagreba i Zagrebačke županije. XV. Znanstveno - stručni skup „Voda i javna vodoopskrba“, Hrvatski zavod za javno zdravstvo i Županijski zavodi za javno zdravstvo. Vinkovci 04. - 07.10.2011., 143 - 152.
  12. Zakon o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/2013, 64/2015).

## **Fizikalni, kemijski i biološki parametri kvalitete vode za piće postrojenja za opskrbu pitkom vodom grada Velika Gorica**

### **Sažetak**

U radu su istraženi fizikalni, kemijski i biološki parametri kvalitete pitke vode uzorkovane na crpnoj stanici u Velikoj Gorici tijekom 2015. i 2016. godine. Istraživan je utjecaj vremenskih prilika (količina oborina) na parametre kvalitete vode i prisutnost atrazina u pitkoj vodi praćenjem njegove koncentracije u odnosu na MDK (maksimalno dozvoljena koncentracija) koja je propisana važećim pravilnikom (Narodne Novine 125/2013). Svi rezultati analiza fizikalnih i kemijskih parametara u 2015. i 2016. godini pokazali su niže vrijednosti u odnosu na MDK s izuzetkom koncentracije atrazina u 2016. godini čija je koncentracija u jednom uzorku iznosila 0.1 µg / L što je na granici MDK. Escherichia coli, ukupni koliformi, enterokoki i Pseudomonas aeruginosa kao biološki parametri pokazatelja kvalitete nisu bili izolirani iz uzoraka pitke vode dok su vrijednosti aerobnih bakterija na 22 i 37 ° C bile ispod MDK vrijednosti u koncentracijama koje nisu opasne za ljudsko zdravlje. Prema rezultatima analiza, značajan utjecaj oborina tijekom godine na istraživane parametre nije utvrđen. Sve analize provedene 2015. i 2016. godine ukazuju na zdravstvenu ispravnost vode za piće koja je u skladu s važećim pravilnikom.

**Ključne riječi:** analiza, kvaliteta pitke vode, atrazin

## Utjecaj Spill-Sorba na koncentraciju organskih onečišćenja u tlu

Ivica Kisić<sup>1</sup>, Sanja Mesić<sup>2</sup>, Kristina Marković<sup>2</sup>, Iva Hrelja<sup>1</sup>, Marija Galić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za opću proizvodnju bilja Zagreb

<sup>2</sup>INA Industrija nafte d.d., Zagreb

### Sažetak

U cilju utvrđivanja mogućnosti sanacije tla onečišćenog organskim onečišćenjima primjenom ekološki prihvatljivog sredstva (Spill-Sorba) provedeno je istraživanje u Zavodu za opću proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta. U istraživanju su praćene promjene pH reakcije tla, sadržaja organske tvari, odnos ugljik i dušik kao i promjene u koncentraciji potencijalnih onečišćenja – ugljikovodika i pojedinih policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH-ova). Pokus je postavljen u pet varijanti: kontrola; 100 % onečišćeno tlo s dodanim dušikom; 100 % onečišćeno tlo bez dušika; 50 % čisto tlo + 50 % onečišćeno tlo s dodanim dušikom; 50 % čisto tlo + 50 % onečišćeno tlo bez dušika. U onečišćenom tlu prije primjene biološkog materijala za sanaciju tla utvrđen je povećan sadržaj ugljikovodika odnosno pojedinih PAH-ova (fluorena i fenantrena) koji su građeni od dva aromatska prstena. Prikazani rezultati ukazuju da se navedeno sredstvo vrlo efikasno može koristiti u sanaciji tala onečišćenih organskim onečišćenjima. Učinkovitost istraživanoga sredstva je bila direktno ovisna o količini organskog onečišćenja te (ne)primjeni dušika.

**Glavne riječi:** organsko onečišćenje tla, ugljikovodici, policiklički aromatski ugljikovodici

### Uvod

Eksploataciju prirodnih sirovina u svim dionicama, od početnih radova rudarskog bušenja do izgradnje sustava za otpremu - podzemne mreže naftovoda/plinovoda i ostalih cjevovoda, prate zahvati i postupci rizični za okoliš. Slično je i u građevini te srodnimstrukama, gdje pri bilo kakvim građevinskim radovima postoji mogućnost onečišćenja sastavnica okoliša - tla, vode ili zraka (Kisić i sur., 2018.). Premda suvremena tehnička rješenja i suvremeni materijali koji se koriste u svim dionicama pružaju visok stupanj jamstva sigurnosti, mogućnost različitih in(ak)cidenata<sup>1</sup> nažalost ipak nije potpuno isključena. In(ak)cidenti dovode u opasnost prirodne resurse, ponajprije tlo i vodu, a ovisno o težini, mogu, na kraće ili dulje vrijeme dovesti u pitanje namjenu zemljišta na kojemu se in(ak)akcident zbio, odnosno isključiti mogućnost korištenja tla za uzgoj biljaka ili vodu za piće odnosno njeno ostalo korištenje u poljoprivredi (Kisić i sur., 2009.).

<sup>1</sup> INCIDENT - prekoračenje dozvoljenih vrijednosti ili normi; AKCIDENT – pojava neočekivanog ili nedozvoljenog događaja

Opće prihvaćena su četiri tipa sanacije/remedijacije tla. Odabir tehnologije koja će se primijeniti ovisi o nekoliko osnovnih kriterija: tip, vrsta i količina onečišćenja, mjesto gdje bi se remedijacija provodila i tip tla u kojem bi tu tehnologiju trebalo primijeniti. Kod odabira tehnologija remedijacije, s agronomskog gledišta, prednost bi trebali imati neki oblici biološke remedijacije (Chaudryi sur., 2005.; Megharaji sur., 2011.; Lipzyska-Kochany, 2018.) ili elektrokemijske remedijacije te miješanje tla (Sigmund i sur., 2018.; Wawrai sur., 2018.), budući da je riječ o tehnologijama čišćenja tla koje i nakon završenog postupka sačuvaju tlo u izvornom obliku. Navedene metode zajednički se nazivaju okolišno prihvatljive tehnologije jer i nakon provedenog postupka tlo i dalje ostaje *živo*, odnosno nakon završene sanacije, tlo je i dalje *živo tlo* sa svim svojim edafonom (biljni i životinjski svijet tla). Iz toga razloga provedena su istraživanja mogućnosti sanacije onečišćenog tla organskim onečišćenjima korištenjem okolišno prihvatljivog materijala/sredstva sciljcem utvrđivanja učinkovitosti istraživanog sredstva Spill-Sorba<sup>2</sup> na smanjenje koncentracije organskih onečišćenja u tlu – ugljikovodika i PAH-ova, kako njihove sume ali isto tako i 16 pojedinačnih PAH-ova.

### Materijal i metode

U Zavodu za opću proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 26. listopada 2018. postavljen je laboratorijski pokus u vegetacijskim posudama. U istraživanje su uključene varijante: I. Kontrola, čisto tlo. Na ukupni volumen tla (4.035 g) dodano je cca 10 % Spill-Sorba (400 g); II. 100 % onečišćeno tlo. Na ukupni volumen onečišćenog tla (4.003 g) dodano je cca 10 % Spill-Sorba (416 g) i 7% dušika (287 g KAN-a); III. 100 % onečišćeno tlo (4.001 g). Na ovu varijantu dodano je cca 10 % Spill-Sorba (401 g), ali bez dušika. IV. 50 % čisto tlo (1.975 g) i 50 % onečišćeno tlo (2.079 g) u koje je dodano cca 10 % Spill-Sorba (403 g) i 7% dušika (281 g KAN-a) i varijanta V. kombinacija 50 % čisto tlo (2.016 g) i 50 % onečišćeno tlo (2.036 g) u koje je dodano cca 10 % Spill-Sorba (399 g) bez dušika. Onečišćeno tlo je uzeto sa prostora benzinske postaje koja je sanirana, a čisto poljoprivredno tlo iz neposrednog okruženja. Isti dan provedeno je prvo uzorkovanje tla iz pokusnih posuda. Naredna dva uzorkovanja tla za kemijske analize provedena su 5. studenoga i 15. prosinca 2018. godine.

### Laboratorijske analize

Uobičajene kemijske analize tla (pH reakcija i sadržaj organske tvari) provedene su u laboratoriju Zavoda za opću proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta na standardni način, koristeći rutinske analitičke postupke. Uzorci tla su zrako osušeni, samljeveni i prosijani (< 2 mm) u skladu s HRN ISO 11464, kakvoća tla – priprema uzoraka za fizikalne i kemijske analize. Korištene su sljedeće metode: pH reakcija tla određivana je elektrometrijski u KCl, (HRN ISO 10390:2005), a sadržaj humusa prema Tjurinu (HRN ISO 14235:2004). Ukupni ugljik (HRN ISO 10694:2004), ukupni dušik (HRN ISO 13878:2004) i ukupni sumpor (HRN ISO 15178:2005) određeni su suhim spaljivanjem u CHNS analizatoru. Rezultati temeljnih kemijskih analiza (pH reakcija i humoznost tla) interpretirani su prema kriterijima koji vrijede za korištene metode, prikazanim u Tablici 1. Ugljikovodici su određivani normom: HRN EN ISO 9377-2:2002. Sadržaj policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH-ova) provedena je metodom HR EN 15527:2008. Koncentracije ugljikovodika i PAH-ova određene su u ovlaštenom i akreditiranom laboratoriju HIDRO.LAB d.o.o. za ekološka ispitivanja..

<sup>2</sup> Zainteresirani o ovom sredstvu više informacija mogu pronaći na: <http://spillsorb.com/> ili <http://spillsorb.com/glodis.htm>

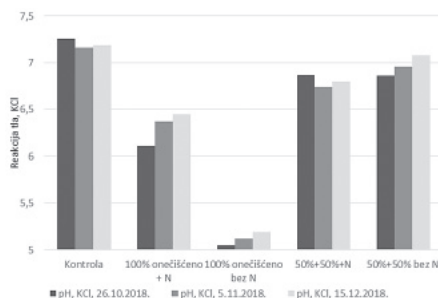
Tablica 1. Kriteriji za interpretaciju rezultata analiza tla

Reakcija tla temeljem pH vrijednostimjerena u KCl-u		Humoznost tla, temeljem sadržaja humusa u tlu, %	
Jako kisela	< 4,5	Jako slabo humozno	< 1
Kisela	4,5-5,5	Slabo humozno	1-3
Slabo kisela	5,5-6,5	Dosta humozno	3-5
Neutralna	6,5-7,2	Jako humozno	5-10
Slabo alkalna	7,2-7,7	Veoma jako humozno	>10
Alkalna	>7,7		

Smatra se da se tlo na mjestu gdje je utvrđen povećan sadržaj onečišćenja mora očistiti do prihvatljive– ekološki neškodljive količine. Maksimalno dozvoljen sadržaj ugljikovodika u tlu se razlikuju s obzirom na klimatske prilike, fizikalne značajke tla (tekstura i struktura), stanje koloidnog kompleksa (sadržaj gline, vrsta glinenih minerala, sadržaj humusa) i druge posebnosti. Prema kriterijima Pravilnika o maksimalno dopuštenim količinama onečišćujućih tvari u tlu (NN 9/14), maksimalno dozvoljena koncentracija ukupnih ugljikovodika u poljoprivrednom zemljištu lakšeg mehaničkog sastava (pjeskovito - ilovasto tlo) iznosi 1 g/kg tla, a za teža glinasta tla granična vrijednost je 2 g/kg tla. Temeljem dugogodišnjeg terenskoga iskustva autori smatraju da se kao ciljana vrijednost može uzeti sadržaj od 0,5 g/kg, odnosno 500 mg/kg tla, što prema kriterijima koji se primjenjuju u europskim zemljama predstavlja slabu opterećenost. Na onečišćenim tlima saniranim primjenom različitih metoda, sadržaj ugljikovodika od 3 do 5 g/kg tla i manje smatrat će se zadovoljavajućim, a takvo tlo uspješno saniranim. Prema kriterijima Pravilnika o zaštiti poljoprivrednog tla od onečišćenja (NN 9/14), u poljoprivrednom tlu maksimalno dozvoljen sadržaj PAH-ova za pjeskovita tla iznosi 1 mg/kg tla, dok je za teksturno teža glinasta tla maksimalno dozvoljen sadržaj od 2 mg/kg tla.

### Rezultati istraživanja

Promjene reakcije tla (Grafikon 1.) i sadržaja humusa prikazani su u Tablici 2. Iz priložene tablice vidljiv je utjecaj primijenjenog dušika na promjene u tlu. Ako se promatraju varijante II i III (sa i bez primjene dušika) vidljiva je izrazito niža vrijednost reakcije tla na varijanti III. Razlog je opće poznata dušična depresija (Bašić i Herceg, 2010.). Navedeno ukazuje da se ovaj način sanacije tla može samo provoditi uz kontinuiranu kontrolu promjena temeljnih kemijskih pokazatelja (pH reakcija, organska tvar). Zanimljive su promjene u sadržaju humusa u istraživanim varijantama. U prvom mjerenju (26.10.2018.) utvrđene su najniže vrijednosti organske tvari, dok su u posljednjem mjerenju (15.12.2018.) utvrđene najviše razine organske tvari. Uginuće mikroorganizama koji su sastavni dio korištenog sredstva po završenom postupku sanacije vjerojatno su razlog za povećanje sadržaja organske tvari.

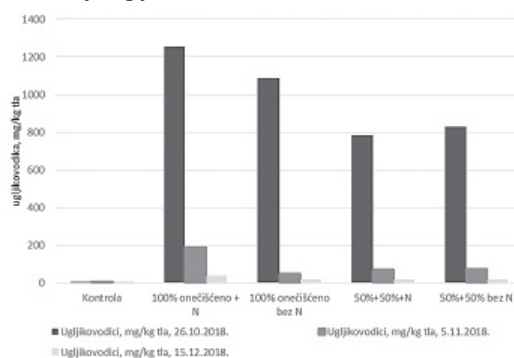


Grafikon 1. Promjene reakcije tla

Tablica 2. Temeljni kemijski pokazatelji tla

	Varijanta I.	Varijanta II.	Varijanta III.	Varijanta IV.	Varijanta V.
26. 10. 2018.					
pH (1M KCl)	7,26	6,11	5,05	6,87	6,86
Humus, %	6,1	9,4	8,3	7,4	6,9
Dušik, %	0,250	2,123	0,207	2,265	0,243
Ugljik, %	4,708	6,097	6,798	6,866	6,362
Sumpor, %	0,015	0,062	0,054	0,066	0,030
C / N	19	3	33	3	26
N / S	17	34	4	34	8
5. 11. 2018.					
pH (1M KCl)	7,16	6,37	5,12	6,74	6,96
Humus, %	6,8	9,9	12,2	10,8	11,3
Dušik, %	0,243	2,327	0,189	2,321	0,239
Ugljik, %	4,532	6,183	6,982	6,792	6,418
Sumpor, %	0,014	0,056	0,059	0,061	0,031
C / N	19	3	37	3	27
N / S	17	42	3	38	8
15. 12. 2018.					
pH (1M KCl)	7,19	6,45	5,19	6,80	7,08
Humus, %	7,5	10,0	13,0	11,8	12,1
Dušik, %	0,257	2,018	0,352	2,217	0,288
Ugljik, %	5,713	7,273	13,467	8,113	7,390
Sumpor, %	0,014	0,083	0,113	0,080	0,060
C / N	22	4	38	4	26
N / S	18	24	3	28	5

Na Grafikonu 2. prikazane su promjene u sadržaju ugljikovodika. U prvom mjerenoj sadržaj ugljikovodika je prelazio maksimalno dozvoljenu koncentraciju. U sljedećem mjerenoj (5.11.2018) koncentracija ugljikovodika je spuštena na tolerantnu razinu. U posljednjem mjerenoj (15.12.2018.) koncentracije ugljikovodika kreću se u zanemarivim vrijednostima.



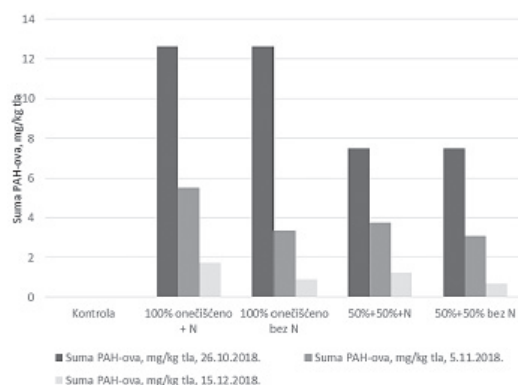
Grafikon2. Promjene u sadržaju ugljikovodika

U Tablici 3. prikazane su promjene u pogledu 16 istraživanih pojedinih PAH-ova kao i njihova suma, dok je na Grafikonu 3. prikazana promjena sadržaja sume PAH-ova. Na početku istraživanja utvrđen je povećan sadržaj fluorena i fenantrena koji su građeni od dva aromatska prstena. Iako je njihov sadržaj izrazito smanjen pri narednom mjerenju (5. 11. 2018) još uvijek fluoren prelazi tolerantnu vrijednost samo na varijanti sa 100 % onečišćenim tlom i primijenjenim dušikom. U pogledu fenantrena na svim varijantama povećan je sadržaj ovog PAH-a preko granične vrijednosti. Tek u narednom mjerenju koje je provedeno 15.12.2018. samo koncentracija fenantrena je još uvijek veća od dozvoljene vrijednosti na varijanti sa 100 % onečišćenim tlom i primijenjenim dušikom. No, suma pojedinih PAH-ova je još uvijek nešto iznad dozvoljene tolerantne vrijednosti na varijanti sa 100 % onečišćenim tlom i primijenjenim dušikom, te na varijanti na kojoj je primijenjeno 50 % onečišćenog tla i 50 % čistog tla s dušikom.

Tablica 3. Promjene u sadržaju pojedinačnih\* i sume PAH-ova u tlu

	Varijanta I.	Varijanta II.	Varijanta III.	Varijanta IV.	Varijanta V.
<b>PAH-ovi, mg/kg tla</b>	<b>26. 10. 2018.</b>				
Naftalen	<0,001	0,203	0,203	0,212	0,212
Acenaftilen	<0,001	0,456	0,456	0,217	0,217
Acenaften	<0,001	0,755	0,755	0,457	0,457
Fluoren	<0,001	<b>2,06</b>	<b>2,06</b>	<b>1,246</b>	<b>1,246</b>
Fenantren	<0,001	<b>8,49</b>	<b>8,49</b>	<b>5,12</b>	<b>5,12</b>
Antracen	<0,001	0,0284	0,0284	<0,001	<0,001
Fluoranten	<0,001	0,140	0,140	0,007	0,007
Piren	<0,001	0,274	0,274	0,124	0,124
Benzo(a)antracen	<0,001	0,0435	0,0435	<0,001	<0,001
Krizen	<0,001	0,0827	0,0827	0,0539	0,0539
Benzo(b)fluoranten	<0,001	0,0107	0,0107	0,009	0,009
Benzo(k)fluoranten	<0,001	0,00387	0,00387	<0,001	<0,001
Suma PAH-ova, mg/kg	-	<b>12,6</b>	<b>12,6</b>	<b>7,448</b>	<b>7,448</b>
	<b>5. 11. 2018.</b>				
Naftalen	<0,001	0,452	0,183	0,183	0,194
Acenaftilen	<0,001	0,00847	0,207	0,196	0,1090
Acenaften	<0,001	0,0185	0,6842	0,308	0,1114
Fluoren	<0,001	<b>1,84</b>	0,9824	0,874	0,7412
Fenantren	<0,001	<b>3,12</b>	<b>1,2598</b>	<b>2,127</b>	<b>1,878</b>
Fluoranten	<0,001	0,00979	<0,001	0,0121	0,00896
Piren	<0,001	0,0146	<0,001	0,0149	0,0093
Benzo(a)antracen	<0,001	0,00272	0,00182	<0,001	0,0038
Krizen	<0,001	0,00386	<0,001	0,0153	0,0035
Benzo(b)fluoranten	<0,001	<0,001	<0,001	0,00277	0,0035
Suma PAH-ova, mg/kg	-	<b>5,479</b>	<b>3,321</b>	<b>3,735</b>	<b>3,072</b>
	<b>15. 12. 2018.</b>				
Naftalen	<0,001	0,162	<0,001	0,021	0,008
Acenaftilen	<0,001	0,003	0,047	<0,001	<0,001
Acenaften	<0,001	<0,001	0,138	0,087	<0,001
Fluoren	<0,001	0,214	0,241	0,127	0,183
Fenantren	<0,001	<b>1,327</b>	0,458	0,982	0,489
Suma PAH-ova, mg/kg tla	-	<b>1,706</b>	<b>0,884</b>	<b>1,217</b>	<b>0,680</b>

\*Pojedinačni PAH-ovi koji nisu navedeni u tablici utvrđeni su u koncentraciji nižoj od < 0,001 mg/kg tla



Grafikon3. Promjene u sadržaju sume PAH-ova

## Rasprava

U cilju smanjenja koncentracije organskih onečišćenja u tlu u ovom radu prikazan je učinak jednog okolišno prihvatljivog sredstva. Kao način sanacije onečišćenog tla primijenjena je bioremedijacija. Riječ je o procesu u kojem se primjenjuju mikroorganizmi radi sanacije onečišćenog tla (Megharaj i sur., 2011.; Qin i sur., 2018.; Lipzynska-Kochany, 2018.). Pri tom procesu mikroorganizmi (bakterije, gljive, kvasci) s pomoću svojih enzima, koji služe kao katalizatori, razgrađuju organske toksične tvari iz tla i voda, a zatim ih transformiraju u netoksične spojeve, npr., ugljikov dioksid i vodu (Zhu i sur., 2017.; Sigmund i sur., 2018.) Tehnologije bioremedijacije stvaranjem optimalnih uvjeta za rast mikroorganizama i povećanjem njihove brojnosti potpomažu detoksifikaciju određenih količina onečišćenih tvari (Yang i sur., 2001.; Zhang i sur., 2013.). U aerobnim uvjetima mikroorganizmi koji su korišteni u ovom radu razgrađuju potencijalno onečišćenje, te na taj način dovode do tzv. „dušične depresije“. Iz toga razloga u istraživanjima su primijenjene varijante sa i bez dušika. Slične rezultate u sličnim istraživanjima utvrdili su Acuna i sur., (2012) i Obinduka i sur., (2018.). Navedeno ukazuje da je riječ o načinu sanacije koji je polučio zadovoljavajuće rezultate u laboratorijskim uvjetima. No, njegovu učinkovitost bi trebalo provjeriti i u višegodišnjim poljskim pokusima.

## Zaključak

- Provedena istraživanja ukazuju na visoku efikasnost istraživanog sredstva smanjenje koncentracije istraživanih parametara ugljikovodika i PAH-ova.
- Nastavak istraživanja u kojem bi se primijenile različite koncentracije pojedinih onečišćenja i količine primijenjenog sredstva sigurno bi doprinijeli razjašnjenju nekih dvojbi koje su utvrđene u ovim istraživanjima.

## Literatura

1. Acuna, A.J., Pucci O.H., Pucci, G.N. (2012): Effect of nitrogen deficiency in the biodegradation of aliphatic and aromatic hydrocarbons in patagonian contaminated soil. *International Journal of Recent Research and Applied Studies*, 11/3: 470-476.
2. Balba, M.T., Al-Awadhi, N., Al-Daher, R. (1998): Bioremediation of oil-contaminated soil: microbiological methods for feasibility assessment and field evaluation. *Journal of Microbiological Methods*, 32: 155-164.
3. Bašić, F., Herceg, N. (2010): Temelji uzgoja bilja. *Synopsis*, str. 454.



4. Biache, C., Ouali, S., Cebron, A., Lorgeoux, C., Colombano, S., Faure, P. (2017): Bioremediation of PAH-contaminated soil: Consequences of formation and degradation of polar-polycyclic aromatic compounds and microbial community abundance. *Journal of Hazardous Materials*, 329:1-10. doi: 10.1016/j.jhazmat.2017.01.026.
5. Chaudry, Q., Blom-Zandstra, M., Gupta, S., Joner, E.J. (2005): Utilising the Synergy between Plants and Rhizosphere Microorganisms to Enhance Breakdown of Organic Pollutants in the Environment. *Plant-Microbial Interactions*, 12/1: 34-48. <https://doi.org/10.1065/espr2004.08.213>
6. Kästner, M., Mahro, B. (1996): Microbial degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in soils affected by the organic matrix of compost. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 44: 668-675.
7. Kisić, I. (2012): Sanacija onečišćenoga tla. Sveučilišni udžbenik, str. 276. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
8. Kisić, I. (2014): Effects of Soil Contamination on the Selection of Remediation Method. Chapter in book: *Handbook of Research on Advancements in Environmental Engineering*, p. 200-227. doi: 10.4018/978-1-4666-7336-6.ch008
9. Kisić I., Mesić S., Bašić F., Brkić V., Mesić M., Durn G., Zgorelec Ž., Bertović L. (2009): The effect of drilling fluids and crude oil on some chemical characteristics of soil and crops. *Geoderma*, 149/3-4:209-216. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2008.11.041>
10. Kisić, I., Zgorelec, Ž., Perčin, A. (2018): Soil treatment engineering. Chapter in book: *Environmental engineering – Basic principles*. Editors: Tomašić V., Zelić B. Publisher: De Gruyter, str. 277-316. <https://doi.org/10.1515/psr-2016-0124>
11. Lipczynska-Kochany, E. (2018): Humic substances, their microbial interactions and effects on biological transformations of organic pollutants in water and soil: A review. *Chemosphere*, 202: 420-437. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.03.104>
12. Megharaj, M., Ramakrishnan, B., Venkateswarlu, K., Sethunathan, N., Naidu, R. (2011): Bioremediation approaches for organic pollutants: A critical perspective. *Environment International*, 37/8: 1362-1375, DOI: 10.1016/j.envint.2011.06.003
13. Obinduka, F., Nwaogazie I.L., Akaranta, O., Abu, G.O. (2018): Removal of Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs) and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Spent Synthetic-Based Drilling Mud Using Organic Fertilizer. *Archives of Current Research International*, 15/3: 1-16.
14. Qin, W., Fan, F., Zhu, Y., Huang, X., Ding, A., Liu, X., Dou, J. (2018): Anaerobic biodegradation of benzo(a)pyrene by a novel *Cellulosi microbiumcellulans* CWS2 isolated from PAH-contaminated soil. *Brazilian Journal of Microbiology*. 49/2: 258-268. doi: 10.1016/j.bjm.2017.04.014
15. Sigmund, G., Poyntner, C., Pinar, G., Kah, M. (2018): Influence of compost and biochar on microbial communities and the sorption/degradation of PAH and NSO-substituted PAHs in contaminated soils, *Journal of Hazardous Materials*, 345: 107-113. doi: 10.1016/j.jhazmat.2017.11.010
16. Wawra, A., Friels-Hanl, W., Puschenreiter M., Soja, G., Reichenauer, T., Roithner C., Watzinger A. (2018): Degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in a mixed contaminated soil supported by phytostabilisation, organic and inorganic soil additives. *Science of the Total Environment*, 628-629: 1287-1295, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.156>
17. Yang, Y., Ratte, D., Smets, B.F., Pignatello, J.J., Grasso, D. (2001): Mobilization of soil organic matter by complexing agents and implications for polycyclic aromatic hydrocarbon desorption. *Chemosphere*, 43: 1013-1021.
18. Zhang, X., Wang, H., He, L., Lu, K., Sarmah, A., Li, J., Bolan, N.S., Pei, J., Huang H. (2013): Using biochar for remediation of soils contaminated with heavy metal and organic pollutants. *Environmental Science and Pollution Research*, 12: 8472-8483. doi: 10.1007/s11356-013-1659-0
19. Zhu, F., Storey, S., Ashari, M.M., Clipson N., Doyle, E. (2017): Benzo(a)pyrene degradation and microbial community responses in composted soil. *Environmental Science and Pollution Research*, 24/6: 5404-5414. doi: 10.1007/s11356-016-8251-3
20. xxx (2014): Narodne novine, br. 9. Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima.

## The effect of Spill-Sorb on the concentration of organic pollutants in the soil

### Abstract

In order to determine the possibility of remediation of soil contaminated by organic pollutants by using an ecologically acceptable agent (Spill-Sorb), a three-month research was carried out at the Institute for General Agronomy at the Faculty of Agriculture. Changes in soil reaction, organic matter content, carbon and nitrogen ratio as well as changes in the concentration of potential pollutants - hydrocarbons and individual PAHs - were monitored in the study. The experiment was set in five variants with three repetitions: control; 100% contaminated soil with nitrogen; 100% contaminated soil without nitrogen; 50% pure soil + 50% contaminated soil with nitrogen; 50% pure soil + 50% contaminated soil without nitrogen. Before the application of biological remediation agent in the contaminated soil an increased content of hydrocarbons, i.e. PAHs phenanthrene and fluorene, which are made up of two aromatic rings, had been found. The results show that the mentioned agent can be used very efficiently in the remediation of soil contaminated with organic pollutants. The efficiency of the investigated agent was directly dependent on the amount of organic contamination and the use of nitrogen.

**Key words:** organic soil pollution, hydrocarbons, polycyclic aromatic hydrocarbons

## Aflatoksini u stočnoj hrani i mlijeku u Republici Hrvatskoj od 2012. do 2017.

Dražen Čuklić<sup>1</sup>, Tatjana Tušek<sup>1</sup>, Marcela Andreato-Koren<sup>1</sup>,  
Tatjana Jelen<sup>1</sup>, Ivana Gotić<sup>2</sup>, Maja Čuklić<sup>3</sup>, Zdravko Bihar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, M. Demerca 1, Križevci; e-mail: dcuklic@vguk.hr

<sup>2</sup>Hrvatska poljoprivredna agencija, Poljana Križevačka 185, Križevci

<sup>3</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb

<sup>4</sup>Biomin d.o.o. Vrbovec

### Sažetak

Mikotoksini, sekundarni metaboliti nastali u procesu metabolizma plijesni, imaju negativan biološki utjecaj na zdravlje ljudi i životinja. Jedan od značajnijih među njima, aflatoksin B<sub>1</sub> zahtjeva kontinuirani monitoring u primarnoj proizvodnji hrane za goveda, dok je njegov metabolit aflatoksin M<sub>1</sub> (AFM<sub>1</sub>) u mlijeku kancerogen za zdravlje ljudi. U razdoblju od 2013. do 2017. godine analizirano je 203 uzorka stočne hrane na aflatoksin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>). Rezultati istraživanja pokazali su da je 52,2% uzoraka bilo pozitivno na AFB<sub>1</sub> od kojih je 19,02% imalo sadržaj iznad dopuštenih 20 µg/kg. Isto tako je u razdoblju od 2012. do 2017. analizirano 552 uzorka svježeg kravljeg mlijeka na AFM<sub>1</sub>. Rezultati istraživanja pokazali su da je 98,7% uzoraka svježeg mlijeka bilo pozitivno na AFM<sub>1</sub> od kojih je 57,8% imalo sadržaj iznad dopuštenih 0,05 µg/kg. Tijekom razdoblja od 2013. do 2015. uočen je porast sadržaja AFB<sub>1</sub> u stočnoj hrani, kao i porast sadržaja AFM<sub>1</sub> u mlijeku tijekom 2013. godine.

**Cljučne riječi:** aflatoksini, stočna hrana, mlijeko

### Uvod

Danas je u svijetu poznato oko 300 raznih mikotoksina (Binder i Krška, 2012.). Ovi toksični metaboliti plijesni su uzročnici različitih bolesti kod ljudi i životinja. U zadnjih nekoliko godina, uslijed promjene klime došlo je do porasta brojnosti mnogih vrsta mikotoksina te zainteresiranost struke za njihovu pojavnost. Posebna pažnja posvetila se najtoksičnijem mikotoksinu aflatoksinu. Unatrag 20-ak godina počela se evidentirati prisutnost aflatoksina u uzorcima hrane i stočne hrane, premda većinom u koncentracijama unutar propisanih vrijednosti (Mitak i sur., 2013., cit. prema Šegvić i sur., 2009.; Biomin annual report 2009-2017.). Isto kao što se u zadnjih godina počela evidentirati prisutnost aflatoksina u stočnoj hrani tako se počela evidentirati i prisutnost aflatoksina u sirovom mlijeku (Markov i sur. 2010.; Bilandžić i sur. 2015.; Bilandžić i sur. 2016.). U ovom radu prikazani su rezultati istraživanja prisutnosti AFB<sub>1</sub> u stočnoj hrani i AFM<sub>1</sub> u uzorcima mlijeka s područja Republike Hrvatske. Pretpostavka je da će se istraživanjem utvrditi povezanost između sadržaja AFB<sub>1</sub> u stočnoj hrani i sadržaja AFM<sub>1</sub> u mlijeku, odnosno da će se s povećanjem sadržaja AFB<sub>1</sub> u stočnoj hrani javiti povećanje sadržaja AFM<sub>1</sub> u mlijeku. Ranim

otkrivanjem aflatoksina B<sup>1</sup> u stočnoj hrani umanjuje se mogućnost prijenosa aflatoksina B<sup>1</sup> na mliječne krave, točnije na mlijeko, a preko mlijeka dalje prenošenje na ljude.

### Materijali i metode

Korišteni su podaci sadržaja AFB<sub>1</sub> u stočnoj hrani i sadržaj AFM<sub>1</sub> u svježem mlijeku iz baze podataka Laboratorija za kontrolu meda i stočne hrane Hrvatske poljoprivredne agencije. U razdoblju od 2013. do 2017. ukupno je analizirano 203 uzorka stočne hrane na AFB<sub>1</sub>, dok je u razdoblju od 2012. do 2017. analizirano 552 uzorka svježeg mlijeka na AFM<sub>1</sub>. Uzorcistočne hrane sa područja kontinentalnog dijela Republike Hrvatske koji su analizirani bili su kukuruz, raž, tritikale, ječam, zob, pšenica i silaže. Treba napomenuti da većina uzoraka stočne hrane nije potjecala s istih gospodarstava s kojih su uzimani uzorci mlijeka. Utvrđivanje sadržaja AFB<sub>1</sub> u stočnoj hrani provedeno je validiranom imunoenzijskom ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) metodom (prema Romer Labs Diagnostic GmbH). Utvrđivanje sadržaja AFM<sub>1</sub> provedeno je validiranom imunoenzijskom Elisa metodom (prema EuroCloneSpA' Italija). Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost ±SD (standardna devijacija) uz minimalne i maksimalne vrijednosti te koeficijent varijabilnost (Cv). U statističkoj obradi podataka korišten je SAS 8.0 program (SAS Institute Cary, NC, USA, 1997.).

### Sadržaj AFB<sub>1</sub> u stočnoj hrani

Rezultati utvrđivanja sadržaja AFB<sub>1</sub> u stočnoj hrani u RH, čiji je sadržaj utvrđenu razdoblju od 2013. do 2017. pokazali su da je 52,2% uzoraka stočne hrane bilo pozitivno na AFB<sub>1</sub> (Tablica 1.). Ako usporedimo prijašnja istraživanja možemo zaključiti da je u istraživanom razdoblju došlo do povećanja broja pozitivnih uzoraka stočne hrane na AFB<sub>1</sub>. Tako su Šegvić Klarić i sur. (2009.), cit. prema Mitak i sur. (2013.) 2009. godine u Republici Hrvatskoj utvrdili prisutnost AFB<sub>1</sub> na 24-31% uzoraka. U 2012. godini je Hrvatska agencija za hranu objavila studiju u kojoj se navodi da je od 300 uzoraka stočne hrane u 20% utvrđena prisutnost AFB<sub>1</sub>. Ninković (2016.) je u 200 uzoraka zrna kukuruza utvrdila 18% pozitivnih uzoraka na prisutnost aflatoksina. Najopširnije istraživanje je provela tvrtka Biomin, načak 15596 uzoraka stočne hrane iz Europe, u razdoblju od 2009. do 2017. godine. Njihovo istraživanje bilježi vrijednosti od oko 40% pozitivnih uzoraka u 2011., 2012., 2013. i 2014. godini, a u ostalim godinama istraživanja vrijednosti su bile ispod 20%.

Tablica 1. Prosječni sadržaj AFB<sub>1</sub> u stočnoj hrani u RH od 2013. do 2017.

Godina	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
$\bar{x}$ ( $\mu\text{gkg}^{-1}$ )	9,012	21,710	24,800	13,140	7,097
Min.-Max./ $\mu\text{gkg}^{-1}$	0,150- 50,950	0,150- 91,810	1,130- 183,600	7,390 -26,400	0,010- 50,180
Sd	9,15	21,50	36,1	8,17	10,72
Cv/%	101,51	99,05	145,5	62,19	151
N	83	56	24	7	33

Izvor: HPA (2018.)

Ako usporedimo najveće dopuštene vrijednosti iz Pravilnika o nepoželjnim tvarima u hrani za životinje NN 80/2010. sa podacima iz Tablice 1. možemo vidjeti da je prosječni sadržaj AFB<sub>1</sub> u stočnoj hrani porastao iznad dopuštenih vrijednosti 2014. godine (21,71 µg/kg) i posebno 2015. godine (24,8 µg/kg), nakon čega su vrijednosti počele padati ispod dopuštenih 2016. i 2017. godine. Međutim, bitno je istaknuti da je od ukupnog broja pozitivnih uzoraka (52,2%) njih 19,2% imalo vrijednosti iznad dozvoljenih 20 µg/kg. Iz Tablice 1. može se vidjeti i izuzetno veliku oscilaciju u sadržajima AFB<sub>1</sub> u uzorcima tijekom svih istraživanih godina. To znači da su se pojedinačni uzorci znatno raspršili oko srednje prosječne vrijednosti budući da Cv izražava distribuciju uzoraka od najmanje do najveće vrijednosti. Tijekom 2015. i 2017. godine Cv je iznosio visokih 145,5%, odnosno 151% što možemo pripisati relativno malom broju uzoraka. Premda ni rezultati Cv u 2013. godini (101,51%) i 2014. godini (99,05) značajno ne zaostaju za rezultatima prethodno navedenih godina sa obzirom na veći broj uzoraka.

### Sadržaj AFM<sub>1</sub> u mlijeku

Rezultati utvrđivanja sadržaja AFM<sub>1</sub> u stočnoj hrani u RH, pokazali su da je 98,7% uzoraka mlijeka bilo pozitivno na AFM<sub>1</sub>, od kojih je više od 57,8% imalo vrijednosti iznad najveće dopuštene količine od 0,050 µg/kg propisane Pravilnikom o najvišim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani (NN, 146/2012). Dobiveni rezultati su u suglasju s rezultatima autora (Markov i sur. 2010.; Womack i sur. 2015.). koji su također u svojim istraživanjima istaknuli povećane količine AFM<sub>1</sub> u uzorcima mlijeka. U Tablici 2. prikazani su prosječni sadržaj sadržaja AFM<sub>1</sub> u svježem mlijeku u RH u istraživanom razdoblju.

Tablica 2. Prosječni sadržaj AFM<sub>1</sub> u svježem mlijeku u RH od 2012. do 2017.

Godina	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
$\bar{x}$ (µgkg <sup>-1</sup> )	0,0689	0,2673	0,0424	0,0279	0,0354	0,0840
Min.-Max./ µg/kg	0,0086- 0,5926	0,0010- 3,0330	0,0105- 0,0771	0,0010- 0,1050	0,0760- 0,1050	0,0139- 0,1050
Sd	0,09	0,34	0,013	0,03	0,03	0,027
Cv / %	129,6	128,3	30,0	97,5	98,6	32,2
N	76	317	59	70	6	24

Izvor: HPA (2018.)

Iz prikaza u Tablici 2. vidi se da je povećani prosječni sadržaj AFM<sub>1</sub> u mlijeku od propisanih vrijednosti prema Pravilnikom utvrđen 2012., 2013. i 2017. godine. Uz istovremeno utvrđeni najveći prosječni sadržaj AFM<sub>1</sub> u mlijeku 2013. godine dobivena je i najveća vrijednost pojedinačnog sadržaja AFM<sub>1</sub> u mlijeku od 3,033 µg/kg. Indikativno je da su najveće vrijednosti sadržaja AFM<sub>1</sub> u mlijeku utvrđene 2012. i 2013. godine kada su utvrđeni i najveći Cv od 129,6% i 128,3%. Pri tome moramo naglasiti da su velike oscilacije u sadržaju utvrđeni na relativno velikom broju

ju uzoraka tijekom prethodno navedenih godina. Vrlo slične rezultate dobili su Bilandžić i sur. (2015.) kada su na području istočne Hrvatske tijekom 2014. izmjerili maksimalne vrijednosti AFM<sub>1</sub> u mlijeku od 0,764 µg/kg. Bilandžić i sur. (2016.) su također na 548 uzoraka mlijeka utvrdili prosječni sadržaj AFM<sub>1</sub> od 0,0369 µg/kg u zapadnoj, 0,0311 µg/kg u središnjoj te 0,0414 µg/kg u istočnoj regiji Hrvatske tijekom veljače i ožujka 2015. Navedena istraživanja također potvrđuju značajnu prisutnost AFM<sub>1</sub> u mlijeku u zadnjih nekoliko godina.

### Zaključak

U razdoblju od 2013. do 2017. godine na 203 uzorka stočne hrane utvrđeno je 52,2% pozitivnih uzoraka na AFB<sub>1</sub>, od kojih je 19,02% imalo je vrijednosti iznad dopuštenih vrijednosti. Posebno treba istaknuti prosječne sadržaje AFB<sub>1</sub> u 2014. (21,710 µg/kg) i 2015. godini (24,80 µg/kg) koji su bili iznad praga najveće dopuštene količine. Od ukupno analiziranih 552 uzorka svježeg mlijeka tijekom istraživanog razdoblja 98,7% uzoraka je bilo pozitivno na AFM<sub>1</sub>, od čega je 57,8% uzoraka imalo vrijednosti veće od dozvoljenih 0,05 µg/kg. Dobiveni rezultati ukazuju na potrebu učestalosti kontrole uzorkovanja te educiranja proizvođača hranjiva za životinje i proizvođača mlijeka o štetnom utjecaju aflatoksina.

### Literatura

1. Binder, E.M., Krska, R. (2012): Guide to Mycotoxins; RomerLabs 4th Edition.
2. Biomin annual report (2009-2017): World mycotoxin survey.
3. Bilandžić, N., Varenina, I., Solomun Kalanović, B., Božić, Đ., Đokić, M., Sedak, M., Tanković, S., Potočnjak, D., Cvetnić, Ž. (2015): Monitoring of aflatoxin M1 in raw milk during four seasons in Croatia. Food Control 54: 331-337.
4. Bilandžić, N., Varenina, I., Solomun Kolanović, B., Božić Luburić, Đ., Benić, M., Cvetnić, L., Tanković, S., Cvetnić, Ž. (2016): Monitoring of aflatoxin in raw cow milk in Croatia during winter 2015, Mljekarstvo 66 (1): 81-85.
5. European Commission (2006): (EC) No 401/2006, Methods of sampling analysis for the official control of the levels of mycotoxins in food stuffs, L70, 12-34.
6. Hrvatska poljoprivredna agencija (2018): Rezultati mikotoksikoloških ispitivanja uzoraka mlijeka i hrane za životinje od 2012. do 2017.
7. Markov, K., Frece, J., Čvek, D., Lovrić, N., Delaš, F. (2010): Aflatoksin M1 u sirovom mlijeku i vezanje aflatoksina pomoću bakterija mliječne kiseline. Mljekarstvo 60 (4): 244-251.
8. Mitak, M., Bilandžić, N., Pleadin, J., (2013): Aflatoksini od krmiva do mlijeka. Veterinarska stanica 5: 363-369.
9. NN 146/2012: Pravilnik o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani.
10. NN 80/2010: Pravilnika o nepoželjnim tvarima u hrani za životinje.
11. NN 102/2016: Pravilniku o sigurnosti hrane za životinje.
12. Ninković, M. (2016): Kontaminacija zrna kukuruza aflatoksinima u 2015. godini. Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
13. Šegvić Klarić, M., Pepeljnjak, S., Cvetnić, Ž., Kosalec, I. (2009): Comparison between ELISA and TLC/HPLC methods for determination of zearalenon and ochratoxin A in food and feed. Krmiva 50: 235-244.
14. Womack, E.D., Sparks, D.L., Brown, A.E. (2015): Aflatoxin M1 in milk products: a short review. World Mycotoxin Journal 9 (2): 305-315.

## Aflatoxins in Animal Feed and Milk in the Republic of Croatia from 2012 to 2017

### Abstract

Mycotoxins, secondary metabolites formed in the mould metabolism process, have a negative biological impact on human and animal health. One of the most important among them, aflatoxin B1 requires continuous monitoring in primary cattle feed production, while its metabolite in milk aflatoxin M1 (AFM<sub>1</sub>) is cancerous to human health. In the period from 2013. to 2017., 203 samples of animal feed were analysed for aflatoxin B1 (AFB1). Results of the study showed that 52.2% of the samples were positive for AFB1, of which 19.02% had a content above the permissible limit of 20 µg/kg. Likewise, in the period from 2012. to 2017., 552 fresh cow's milk samples were analysed on AFM<sub>1</sub>. The results of the study showed that 98.7% fresh milk samples were positive on AFM<sub>1</sub>, 57.8% of which had a content above the permissible limit of 0.05 µg/kg. During the period from 2013. to 2015., increased AFB1 content in animal feed was observed, as well as increased AFM<sub>1</sub> content in milk during 2013.

**Key words:** aflatoxins, animal feed, milk

## Soil carbon dioxide emissions in winter wheat vegetation influenced by agro-ecological factors and fertilization

Marija Galic<sup>1</sup>, Zeljka Zgorelec<sup>1</sup>, Darija Bilandzija<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture University of Zagreb,  
Svetosimunska street 25, Zagreb, Croatia; e-mail: mcacic@agr.hr

### Abstract

The concentration of greenhouse gases in the atmosphere has increased mainly as a result of human activities since large-scale industrialization. Agricultural ecosystems play a significant role in greenhouse gas emissions, particularly carbon dioxide. Irresponsible land management can lead to increase of atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations that contribute to global warming. The aim of this study was to determine the influence of fertilization on soil CO<sub>2</sub> flux and to determine a relationship between C-CO<sub>2</sub> emissions and agro-ecological factors during the winter wheat vegetation. The CO<sub>2</sub> flux was higher in winter wheat growing season and lower during the period without the cover crop. Average CO<sub>2</sub> fluxes were strongly positively correlated with soil temperatures ( $r=0.56$ ) and relative soil moisture ( $r=0.51$ ) at 10 cm depth. Mean daily CO<sub>2</sub> flux ranged from 0.2 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> on black fallow up to 54.3 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> on treatment IX. Mean annual C-CO<sub>2</sub> emissions show significantly higher values on treatments with applied high fertilization doses in comparison to low and non-fertilized treatments.

**Keywords:** soil C-CO<sub>2</sub> flux, winterwheat, fertilization, soil temperature, soilmoisture

### Introduction

Accelerated and induced by human activity, climate change represents a serious threat to mankind (Jug et al., 2018). Agriculture is one of the contributors to greenhouse gas emissions (GHGs) through crop cultivation, livestock, and land use management (Valin et al., 2013). In the Republic of Croatia, 10.9 % of total GHG emissions in 2015 was from agricultural sector (NIR, 2017). Among GHGs, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) is the most significant one to regional and global warming (Bilandzija et al., 2014). Carbondioxide released from the soil surface is referred as soil respiration. Carbon dioxide originates from several sources, including aerobic microbial decomposition of soil organic matter, plant root respiration and faunal respiration. The soil as a potential sink for carbon can be a key factor in addressing climate change. The reduction of CO<sub>2</sub> emissions by soil carbon sequestration presents a significant mitigation option for climate change by increasing the amount of carbon stored in the soil and plant material (Paustian et al., 1997, Caldeira et al., 2004). Studies have shown that many factors such as fertilization practices, tillage systems and irrigation influence the CO<sub>2</sub> production and emission rates from the soil surface (Duxbury, 1994). Likewise, agricultural management practices that include changing the soil environment (CN ratio, soil temperature and soil moisture) affect soil CO<sub>2</sub> flux (Salehi et al., 2017). These soil characteristics



affect microbial activity in the soil and decomposition that transforms plant-derived C into CO<sub>2</sub> and soil organic matter (Franzluebbers et al., 1995).

The aim of this study was to determine the influence of fertilization on soil CO<sub>2</sub> flux and to determine a relationship between C-CO<sub>2</sub> emissions and agro-climatic factors during the winter wheat (*Triticum aestivum* L.) vegetation.

## Materials and methods

### *Experimental plot with fertilization treatments and cover crop*

Field experiment was set up in Western Pannonian sub-region of Croatia in Popovaca (Sestak et al., 2018). Soil type is determined as deep, distric pseudogley (Stagnosol) (Husnjak, 2014). The dimension of experimental plot is described in Sestak et al. (2018a). It contains 10 treatments with different nitrogen fertilization levels (0-300 kg ha<sup>-1</sup> N) and uniform quantities of phosphorus (120 kg ha<sup>-1</sup> P) and potassium (180 kg ha<sup>-1</sup> K) for all treatments. 10 fertilization levels were: I) control treatment; II) 0 kg N ha<sup>-1</sup>+P+K; III) 100 kg N ha<sup>-1</sup>+P+K; IV) 150 kg N ha<sup>-1</sup>+P+K; V) 200 kg N ha<sup>-1</sup>+P+K; VI) 250 kg N ha<sup>-1</sup>+P+K; VII) 250 kg N ha<sup>-1</sup>+P+K+ 20 t ha<sup>-1</sup> of solid farmyard mixed manure; VIII) 250 kg N ha<sup>-1</sup>+P+K+ 40 t ha<sup>-1</sup> of solid farmyard mixed manure; IX) 300 kg N ha<sup>-1</sup>+P+K and X) black fallow.

The cover crop at the experimental plot in studied period (2016) was winter wheat (*Triticum aestivum* L. – Sranjka variety). Winter wheat was seeded on 12 November 2015 and harvested on 09 July 2016.

### *Meteorological conditions*

For the interpretation of meteorological conditions in referent period 1961–1990 and studied 2016, the official meteorological data from the main meteorological station of Meteorological and Hydrological Service of Croatia located in Sisak were used. The meteorological conditions at the experimental plot are described by Lang's rain factor and Gosenu and Walter climate diagram. The classification for the interpretation of Lang's rain factor is conducted according to Gracanin's climate classification (Gracanin, 1950).

### *Measurement of carbon dioxide emissions*

10 measurements of soil CO<sub>2</sub> concentrations were conducted during the winter wheat vegetation: 19.11.; 21.12.; 05.04.; 18.05.; 17.06.; 06.07.; 15.07.; 29.08.; 28.09. and 23.11. in three repetitions on each treatment. For the measurement of soil carbon dioxide concentration, in situ closed static chamber method was used (Bilandzija et al., 2017). Measurements of CO<sub>2</sub> concentrations (ppm) were conducted with portable infrared carbon dioxide detector (GasAlertMicro5 IR, 2011). The soil carbon dioxide flux was calculated from the increase of CO<sub>2</sub> concentration over time (Bilandzija et al., 2014).

### *Measurement of agro-ecological factors*

Air and soil parameters are measured with appropriate instruments. At the beginning and the end of each measurement date, the air temperature (°C), relative air humidity (%) and air pressure (hPa) were determined with the adequate instrument (Testo 511 and Testo 610, 2011). Soil parameters, including soil temperature (°C) and soil moisture (%) were measured with IM-KO HD2 – probe Trime, Pico64, 2011 at 10 cm depth in the vicinity of the chambers on each measurement date.

### Data analysis

All data were analyzed using statistical Software SAS 9.1 (SAS Institute Inc., USA). Variability between treatments were evaluated with analysis of variance (ANOVA) and if were necessary, tested with Fisher's least significant difference procedure. The significance test was performed at a probability level of  $P < 0.05$ .

## Results and discussion

### Meteorological conditions at the experimental plot

The experimental plot is characterised by continental climate. Mean annual amount of precipitation in Sisak during the 30-year referent period was 865 mm with mean annual temperature of 10.6 °C indicating temperate continental climate (Galic et al., 2018). According to the Lang's rain factor (Lf), the referent period was characterised by a humid climate (Lf = 82). The studied year was more humid and warmer compared to the referent period with mean annual precipitation amount of 1024 mm and mean annual temperature of 12.1 °C. According to Lang's rain factor, the year 2016 was characterised by a humid climate (Lf = 85). According to Gosenu and Walter's climate diagram, the average meteorological conditions are without dry periods during the referent period, while in the studied year a water deficit in July, August and September was recorded (Chart 1. and Chart 2.).

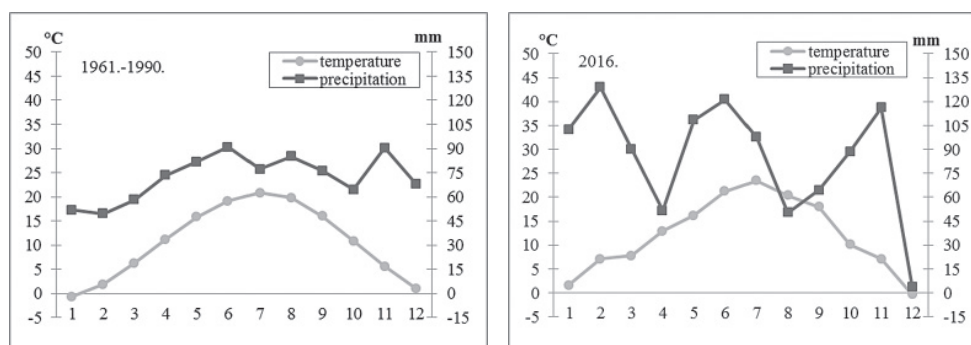


Chart 1 and 2. Gosenu and Walter climate diagram for the referent period (left) and for studied year (right)

### Relationship between vegetation, agro-ecological factors and CO<sub>2</sub> flux

Chart 3 shows the relation between mean values of soil temperature and relative soil moisture with carbon dioxide emission on all 10 treatments in winter wheat vegetation. The highest relative soil moisture was recorded in July (34.1%) while the highest soil temperature was measured in August (37.7 °C). The tendency of carbon dioxide flux increasement is visible to the heading and flowering phase (17.06.2016) where the vegetation peak is clearly visible. Thus, developed plant possesses a powerful roots system surrounded by numerous microorganisms responsible for high C-CO<sub>2</sub> emissions (soil respiration). With the plant development, the photosynthetic activity increases which cause a higher soil C-CO<sub>2</sub> emission but also increase sequestration of atmospheric carbon. In months when plant cover was not present, the lowest values of emitted C-CO<sub>2</sub> prevails (Chart 3). Schlesinger and Andrews (2000) also determined that CO<sub>2</sub> flux from soil is closely correlated to plant growth. Except vegetation influence, soil CO<sub>2</sub> emissions are also changing with the exchange of seasons and are dependent on meteorological conditions. Carbon

dioxide seasonal fluctuations changes according to variations in abiotic factors meaning that the pattern of precipitation and temperature variations in a given region determines CO<sub>2</sub> seasonal fluctuations (Brito et al., 2009; Liebig et al., 2013). Increases of soil temperature accelerate organic matter decomposition, microbial activity and C mineralization processes which leads to the increase of C-CO<sub>2</sub> emission from the soil (Jabro et al., 2008). Soil moisture influence gas diffusion and microbial activity (Lou et al., 2003). In dry soils activity of microorganisms' decreases while in soil saturated with water, anaerobic conditions occur which also affects soil respiration.

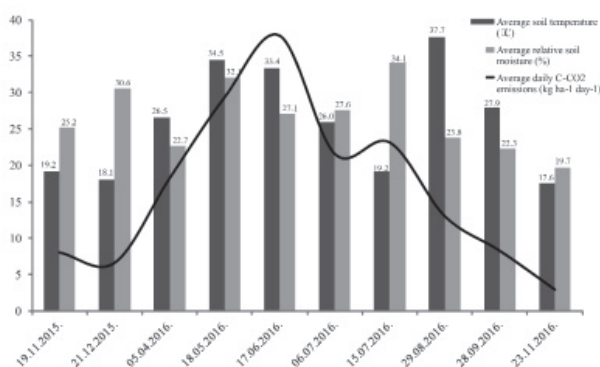


Chart 3. Average daily C-CO<sub>2</sub> emissions (kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) in a relation with soil temperature (°C) and relative soil moisture (%) during the winter wheat vegetation

Correlation between CO<sub>2</sub> flux and soil properties are presented at Charts 4–5. Average CO<sub>2</sub> fluxes were strongly positively correlated with soil temperatures at 10 cm depth ( $r=0.56$ ) and relative soil moisture content at 10 cm depth ( $r=0.51$ ). These results are suggesting an increase of CO<sub>2</sub> flux with increase of soil temperature what is attributed to higher soil biological activity (Bilandzija et al., 2014). Other authors have also reported that production of CO<sub>2</sub> is in strong relationship with soil temperature and soil moisture (Norman et al., 1992; Rey et al., 2011; Sugihara et al., 2012; Forrester et al., 2012). Some studies have shown that CO<sub>2</sub> fluxes were moderate positively correlated with soil temperatures ( $r=0.41$ ) (Schwendenmann and Macinnis, 2016) and positively correlated with soil moisture (Hernandez-Ramirez et al., 2009, Raich and Potter, 1995). Lee et al. (2018) concluded that although both soil temperature and moisture were positively correlated with soil CO<sub>2</sub> flux rates, soil temperature was the primary driver of soil respiration.

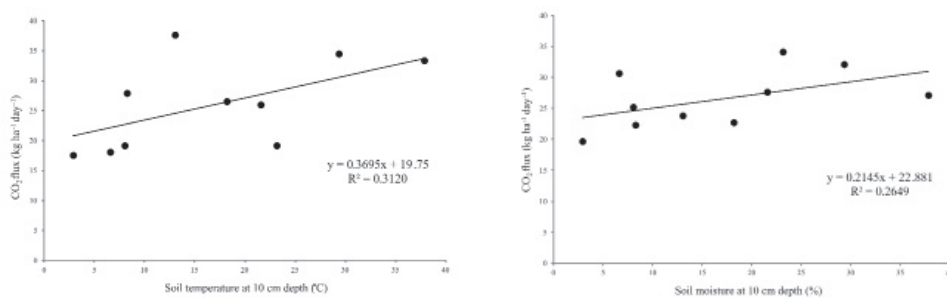


Chart 4 and 5. Correlation between CO<sub>2</sub> flux and soil temperature (°C) (left) and relative soil moisture (%) (right) at 10 cm depth

*Relationship between fertilization and CO<sub>2</sub> flux*

Depending on fertilization treatment, Chart 5 and 6 shows changes in mean daily and annual CO<sub>2</sub> movement during the year. Mean daily CO<sub>2</sub> flux ranged from 0.2 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> on black fallow up to 54.3 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> on treatment IX. Mean annual C-CO<sub>2</sub> emissions ranged from 7.8 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> on black fallow to 21.9 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> on treatment VIII. All treatments differ by fertilization rates and thus the obtained flux values. Mean annual C-CO<sub>2</sub> emissions show significantly higher values on treatments with applied high fertilization doses in comparison to low and non-fertilized treatments (Chart 6). According to Rahman et al. (2016) the application of mineral or organic fertilizers are of great importance for GHGs which can also be altered by changes in the amount and chemical compositions of applied manure to soils. Thus, application of N fertilizer stimulates soil biological activity and consequently, increases C-CO<sub>2</sub> emission (Dick, 1992). The addition of organic amendments is essential for sustainable soil fertility management and crop production, but can increase GHGs (Salehi et al., 2017). A review of the literature indicates a contradictory results regard to fertilization effects on CO<sub>2</sub> emissions (Wilson and Al-Kaisi, 2008; Xiao et al., 2005; Lee et al., 2007).

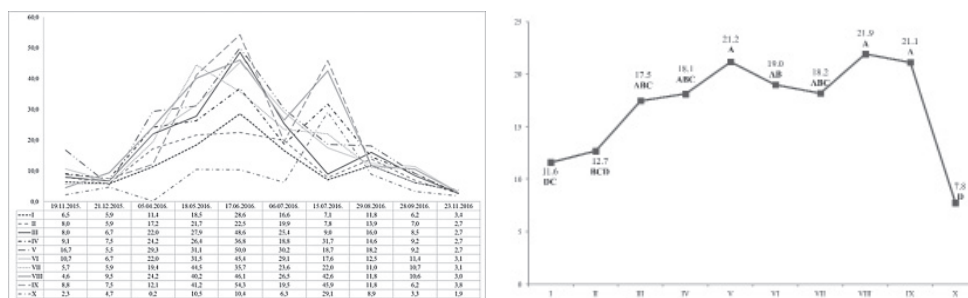


Chart 6 and 7. Mean daily CO<sub>2</sub> flux (kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) per treatments (left) and mean annual CO<sub>2</sub> flux (kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) per treatments (right) (Mean values marked with the same letter are not significantly different (SAS 9.1 p <0.05))

**Conclusion**

Global atmospheric concentrations of GHGs including CO<sub>2</sub> have continued to increase as a result of improper agricultural management (among others) which encourages us to determine the influence of fertilization and agro-ecological factors on soil C-CO<sub>2</sub> emissions. The CO<sub>2</sub> flux was higher during the second half of spring and in the first half of summer in winter wheat growing season and lower during the period without the cover crop (autumn-winter). Average CO<sub>2</sub> fluxes were strongly positively correlated with soil temperatures (r=0.56) and relative soil moisture (r=0.51) at 10 cm depth. Mean daily CO<sub>2</sub> flux ranged from 0.2 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> on black fallow up to 54.3 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> on treatment IX. Mean annual C-CO<sub>2</sub> emissions show significantly higher values on treatments with applied high fertilization doses in comparison to low and non-fertilized treatments. Considering that soil is a major factor in mitigation of climate change, it is very important to maintain a stable carbon balance in agro-ecosystem through implementation of good agricultural practice.

## Literature

1. Bilandzija, D., Zgorelec, Z., Kisic, I. (2014): The Influence of Agroclimatic Factors on Soil CO<sub>2</sub> Emissions. *Collegium Antropologicum*, 38 (1), 77 – 83.
2. Bilandzija, D., Zgorelec, Z., Kisic, I. (2017): Influence of tillage systems on short-term soil CO<sub>2</sub> emissions. *Hungarian Geographical Bulletin*, 66 (1) 29–35.
3. Brito, I. F., Marquez Junior, J., Pereira, G. T., Souza, Z. M., La Scal a Junior, N. (2009): Soil CO<sub>2</sub> emission of sugarcane fields as affected by topography. *Scientia Agricola*, 66, 77–83.
4. Caldeira, K., Morgan, M.G., Baldocchi, D., Brewer, P.G., Chen, C.T.A., Nabuurs, G.J., Nakicenovic, N., Robertson, G.P. (2004): A portfolio of carbon management options. In *The Global Carbon Cycle; Field, C.B., Raupach, M.R., Eds.; Island Press: Washington, DC, USA*, 103–109.
5. Dick, R.P. (1992): A review: long term effects of agricultural systems on soil biochemical and microbial parameters, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 40 (1-4), 25 – 36.
6. Duxbury, J.M. (1994): The significance of agricultural sources of greenhouse gases. *Fertilizer Research*, 38 (2), 151 – 163.
7. Forrester, J.A., Mladenoff, J. D., Gower, S. T., Stoffel, J. L. (2012): Interactions of temperature and moisture with respiration from coarse woody debris in experimental forest canopy gaps. *Forest Ecology and Management*, 265, 124–132.
8. Franzluebbers, A.J., Hons, F.M., Zuberer, D.A. (1995): Tillage-induced seasonal changes in soil physical properties affecting soil CO<sub>2</sub> evolution under intensive cropping. *Soil & Tillage Research*, 34, 41-60.
9. Galic, M., Mesic, M., Percin, A., Sestak, I., Zgorelec, Z. (2018): Sulphure balance in Agroecosystem. *Bulgarian Journal of Soil Science*, 3 (2), 104–118.
10. Gracanin, M. (1950): Mjesecni kisni faktori i njihovo znacenje u pedoloskim istrazivanjima. *Poljoprivredna znanstvena smotra, Sv. Zagreb*, 51–66.
11. Hernandez-Ramirez, G.; Brouder, S.M.; Smith, D.R.; Van Scoyoc, G.E. Greenhouse gas fluxes in an Eastern corn belt soil: Weather, nitrogen source, and rotation. *J. Environ. Qual.* 2009, 38, 841–854.
12. Husnjak, S. (2014): *Sistematika tala Hrvatske. Hrvatska Sveučilišna naklada, Zagreb.*
13. Jabro, J. D., Sainju, U., Stevens, W. B., Evans, R. G. (2008): Carbon dioxide flux as affected by tillage and irrigation in soil converted from perennial forages to annual crops. *Journal of Environmental Management*, 88, (4), 1478–1484.
14. Jug, D., Jug, I., Brozovic, B., Vukadinovic, V., Stipesevic, B., Djurdjević, B. (2018): The role of conservation agriculture in mitigation and adaptation to climate change. *Agriculture*, 24, (1), 35–44.
15. Liebig, M. A., Kronberg, S. I., Hendrickson, J. R., Dong, X., Gross, J. R. (2013): Carbon dioxide efflux from long-term grazing management systems in a semiarid region. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 164, 137–144.
16. Lee, D.K., Doolittle, J.J., Owens, V.N. (2007): Soil carbon dioxide fluxes in established switch grass land managed for biomass production. *Soil Biology and Biochemistry*, 39, 178–186.
17. Lee, J., McKnight, J., Skinner, L. S., Sherfy, A., Tyler, D., English, B. (2018): Soil Carbon Dioxide Respiration in Switchgrass Fields: Assessing Annual, Seasonal and Daily Flux Patterns. *Soil systems*, 2 (1), 13.
18. Lou, Y., Li, Z., Zhang, T. (2003): Carbon dioxide flux in a subtropical agricultural soil of China. *Water, Air & Soil Pollution*, 149, (1-4), 281–293.
19. NIR-National Inventory Report (2017): *Croatian Greenhouse Gas Inventory for the period 1990-2015. (20.02.2019.)*
20. Norman, J.M., Garcia, R. L., Verma, S. B. (1992): Soil surface CO<sub>2</sub> fluxes and the carbon budget of a grassland. *Journal of Geophysical Research*, 97 (17), 18845–18853.
21. Paustian, K., Andren, O., Janzen, H. H., Lal, R. (1997): Agricultural soils as a sink to mitigate CO<sub>2</sub> emissions. *Soil use and Management*, 13 (4), 230-244.
22. Rahman, S., Gautam, D. P., Borhan, M. S., Engel, C. (2016): The effect of feeding high fat diet to beef cattle on manure composition and gaseous emission from a feedlot pen surface. *Journal of Animal Science and Technology*, 58, 1–15.

23. Raich, J.W.; Potter, C.S. Global patterns of carbon-dioxide emissions from soils. *Glob. Biogeochem. Cycles* 1995, 9, 23–36.
24. Rey, A., Pegoraro, E., Oyonatre, C., Were, A., Escribano, P., Raimundo, J. (2011): Impact of land degradation on soil respiration in a steppe (*Stipateneacissima* L.) semiarid ecosystem in the SE of Spain. *Soil Biology and Biochemistry*, 43, 393-403.
25. Salehi, A., Fallah, S., Sourki, A. A. (2017): Organic and inorganic fertilizer effect on soil CO<sub>2</sub> flux, microbial biomass, and growth of *Nigella sativa* L. *International Agrophysics*, 31, 103–116.
26. Schwendenmann, L., Macinnis, C. (2016): Soil CO<sub>2</sub> efflux in an old-growth southern conifer forest (*Agathis australis*) – magnitude, components and control. *Soil*, 2, 403–419.
27. Schlesinger, W. H., Andrews, J. A. (2000): Soil respiration and the global carbon cycle. *Biogeochemistry*, 48 (1), 7–20.
28. Sestak, I., Mesic, M., Zgorelec, Z., Percin, A. (2018): Diffuse reflectance spectroscopy for field scale assessment of winter wheat yield. *Environmental Earth Sciences*, 77, 506.
29. Sestak, I., Mesic, M., Zgorelec, Z., Percin, A., Stupnisek, I. (2018a): Visible and near infrared reflectance spectroscopy for field-scale assessment of Stagnosols properties. *Plant and Soil Environment*, 64 (6), 276–282.
30. Sugihara, S., Funakawa, S., Kilasara, M., Kosaki, T. (2012). Effects of land management on CO<sub>2</sub> flux and soil C stock in two Tanzanian crop lands with contrasting soil texture. *Soil Biology and Biochemistry*, 46, 1-9.
31. Valin, H., Havlik, P., Mosnier, A., Herrero, M., Schmid, E., Obersteiner, M. (2013): Agricultural productivity and greenhouse gas emissions: trade-offs or synergies between mitigation and food security? *Environmental Research Letters*, 8 (3), 1-9.
32. Wilson, H.M., Al-Kaisi, M.M. (2008): Crop rotation and nitrogen fertilization effect on soil CO<sub>2</sub> emissions in central Iowa. *Applied Soil Ecology*, 39, 264 – 270.
33. Xiao, Y., Xie, G., Lu, G., Ding, X., Lu, Y. (2005): The value of gas exchange as a service by rice paddies in suburban Shanghai, PR China. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 109, 273–283.

## Emisije ugljičnog dioksida iz tla u vegetaciji ozime pšenice pod utjecajem agroekoloških čimbenika i gnojidbe

### Sažetak

Koncentracija stakleničkih plinova u atmosferi povećala se uglavnom kao posljedica ljudskih aktivnosti uslijed velike industrijalizacije. Poljoprivredni ekosustavi imaju značajnu ulogu u emisijama stakleničkih plinova, posebno ugljičnog dioksida. Neodgovorno upravljanje zemljištem može dovesti do povećanja koncentracija atmosferskog CO<sub>2</sub> koje doprinose globalnom zatopljenju. Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj gnojidbe na fluks CO<sub>2</sub> u tlu i utvrditi vezu između emisije C-CO<sub>2</sub> i agroekoloških čimbenika tijekom vegetacije ozime pšenice. Fluks CO<sub>2</sub> bio je viši u vegetacijskoj sezoni ozime pšenice i niži tijekom razdoblja bez pokrovnog usjeva. Prosječni fluksi CO<sub>2</sub> bili su značajno pozitivno povezani s temperaturama tla ( $r = 0,56$ ) i relativnom vlažnošću tla ( $r = 0,51$ ) na dubini od 10 cm. Srednji dnevni fluks CO<sub>2</sub> se kretao od 0,2 kg ha<sup>-1</sup> dan<sup>-1</sup> na crnom ugaru do 54,3 kg ha<sup>-1</sup> dan<sup>-1</sup> na tretmanu IX. Srednje godišnje emisije C-CO<sub>2</sub> pokazuju značajno veće vrijednosti na tretmanima s primijenjenim visokim dozama gnojidbe u usporedbi s niskim i negnojenim tretmanima.

**Ključne riječi:** C-CO<sub>2</sub> fluks tla, ozima pšenica, gnojidba, temperatura tla, vlaga tla

## Odvojeno prikupljanje i uporaba biootpada u bioplinskom postrojenju - primjer dobre prakse

Marko List<sup>1</sup>, Miomir Stojnović<sup>2</sup>, Mario Panjičko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Consultare d.o.o., Zagrebačka 159, Vrbovec 10340, Hrvatska; e-mail: direktor@consultare.hr

<sup>2</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, M. Demerca 1, Križevci 48260, Hrvatska

<sup>3</sup>Centar za razvoj održivih tehnologija d.o.o., Dragutina Golika 63, Zagreb 10000, Hrvatska

### Sažetak

U radu je prikazan pilot projekt odvojenog prikupljanja biootpada na području Grada Daruvara i njegove uporabe u bioplinskom postrojenju Hercegovac. Prikupljanje je organizirano na lokaciji s 40 stambenih jedinica jednom tjedno u razdoblju od 90 dana. Otpad se prikuplja u biorazgradive vrećice i oporabljuje u bioplinskom postrojenju s ostalim ko-supstratima. Bioplinski potencijal prikupljenog biootpada odredit će se analitički u laboratoriju. Provedbom projekta dat će se doprinos uspostavi održivog sustava gospodarenja komunalnim otpadom, u skladu s Planom održivog gospodarenja otpadom za razdoblje 2017.-2022. godine. Istovremeno će se korištenjem biootpada u anaerobnoj digestiji doprinijeti smanjenju korištenja energetskih kultura za tu namjenu, čime se poboljšava održivost samih bioplinskih postrojenja i smanjuje negativan učinak korištenja energetskih kultura na proizvodnju i korištenje stočne hrane.

**Ključne riječi:** biootpad, odvojeno prikupljanje, održivo gospodarenje, bioplinsko postrojenje

### Uvod

Zbrinjavanje otpada problem je s kojim se ljudi susreću na svakodnevnoj bazi. U globaliziranom svijetu svakodnevno povećanje količina otpada stvara prijetnju kvaliteti okoliša, utječe na zdravlje ljudi i veliki je problem u lokalnim i regionalnim zajednicama. Održivo gospodarenje otpadom zasniva se na postupcima koji su usmjereni na smanjenje, sakupljanje, kompostiranje i uporabu, recikliranje i zbrinjavanje te primjenu načina postupanja s otpadom na način koji je održiv, uz sudjelovanje svih razina javne vlasti (države, županija, gradova i općina). Diljem svijeta biorazgradivi otpad na odlagalištima otpada glavni je čimbenik generiranja stakleničkog plina metana (Schuh et al, 2016.). Politika gospodarenja otpadom regulirana je u EU kroz nekoliko zakonodavnih okvira od kojih su najznačajnije Direktive 97/C76/01, 74/442/EEC, 1999/31/EZ, 2008/98/EZ. Svaka od direktiva govori da se s otpadom mora postupati na način da ne predstavlja rizik za vodu, tlo, zrak, floru ili faunu, bez stvaranja buke i smrada, odnosno bez utjecaja na okoliš u smislu promjene krajobraz. Republika Hrvatska se nalazi u procesu uspostave sustava održivog gospodarenja otpadom

koje proizlaze iz Ugovora o pristupanju EU i europskih Direktiva koje su zakonodavni akti kojima se utvrđuje cilj koji sve države članice moraju ostvariti. Prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, čl. 4), biološki razgradivi otpad je otpad koji se može razgraditi biološkim aerobnim ili anaerobnim postupkom. U istom članku Zakona biootpad se definira kao biološki razgradiv otpad iz vrtova i parkova, hrana i kuhinjski otpad iz kućanstava, restorana, ugostiteljskih i maloprodajnih objekata i slični otpad iz proizvodnje prehrambenih proizvoda, a komunalni otpad kao otpad nastao u kućanstvu i otpad koji je po prirodi i sastavu sličan otpadu iz kućanstva, osim proizvodnog otpada i otpada iz poljoprivrede i šumarstva. U članku 24. Zakona navodi se da je najveća dopuštena masa biorazgradivog komunalnog otpada koja se smije odložiti na svim odlagalištima u Republici Hrvatskoj u odnosu na masu biorazgradivog komunalnog otpada proizvedenog u 1997. godini, 35 %, odnosno 264.661 tona do 31. prosinca 2020 godine. Svrha i cilj rada je ukazati na značaj odvojenog prikupljanja biootpada u jedinicama lokalne samouprave te na primjeru dobre prakse prikazati njegovu uporabu u bioplinskom postrojenju kao jedno od rješenja za postupno smanjivanje količine otpada na odlagalištima diljem Republike Hrvatske i smanjivanje negativnih efekata koje otpad ima na okoliš.

### **Materijal i metode**

Rad se bavi provedbom pilot projekta odvojenog sakupljanja biootpada u kućanstvima i stanovima s ukupno 40 stambenih jedinica, kojeg provodi komunalna tvrtka Darkom d.o.o. u suradnji s Gradom Daruvarom, tvrtkom SLK Projekt d.o.o. Zagreb, (bioplinsko postrojenje Hercegovac) i konzultantskom tvrtkom ConsultAre iz Vrbovca. Trajanje projekta je 90 dana. Biootpad iz kućanstava prikuplja se u biorazgradive vrećice izrađene na bazi kukuruznog škroba te se jednom tjedno odvozi na bioplinsko postrojenje u Hercegovcu gdje se koristi kao ko-supstrat u anaerobnoj digestiji za proizvodnju bioplina. Tijekom provedbe projekta pratit će se tjedne i mjesečne ukupne količine prikupljenog biootpada te prosječne količine po stambenoj jedinici i po stanaru. Sadržaj uzorkovanih vrećica s biootpadom razvrstavat će se u tri osnovne frakcije:

1. Voće i povrće
2. Ostaci hrane
3. Ljuske od jaja, talog od kave i kruh

Laboratorijskom analizom tri reprezentativna uzorka biootpada izračunat će se prosječni bioplinski potencijal biootpada. Prije početka provedbe pilot-projekta obavljena je edukacija stanovara stambenih jedinica uključenih u projekt, izrađen je informativni letak i postavljena informativna ploča s podacima o projektu, te je izrađen edukacijski video.

### **Rezultati i rasprava**

U skladu s direktivama EU i s njima usklađenim zakonskim propisima i Planom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017-2022. koji u prvi plan stavlja sprječavanje nastanka otpada, ponovnu uporabu, recikliranje i kompostiranje, kao i odvojeno prikupljanje otpada na kućnom pragu, u Gradu Daruvaru je pokrenut pilot projekt odvojenog prikupljanja bio otpada u kućanstvima i stanovima na jednoj lokaciji s 40 stambenih jedinica s ukupno 96 stanara (Slika 1.) i njegovog korištenja kao ko-supstrata za anaerobnu digestiju u bioplinskom postrojenju u Hercegovcu. Ovaj pilot projekt prvi je primjer pozitivne suradnje između jedinica lokalne samouprave i privatnih bioplinskih postrojenja.





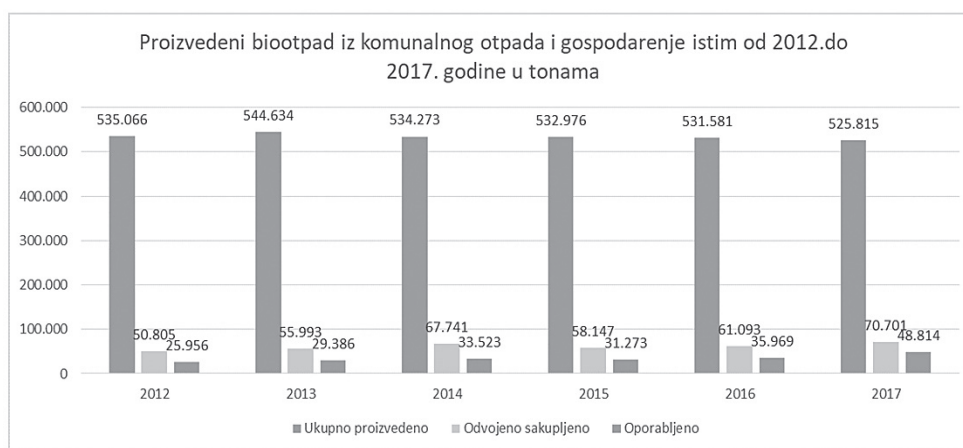
Slika 1. Biootpad u biorazgradivim vrećicama, lokacija Daruvar (Foto: M. List)

Voća i sur. (2014.) navode da je biorazgradljiva frakcija komunalnog otpada, kao njegov najveći dio, jedan od najvećih izazova u održivom gospodarenju otpadom te da se je Europska unija obvezala smanjiti udio biorazgradljivog dijela komunalnog otpada za 65 % do 2020. godine. Sukladno tome, autori navode da bi jedinice lokalne samouprave trebale osigurati odvojeno skupljanje biorazgradljive komponente iz komunalnog otpada na svom području te što prije realizirati uspostavu Centara za gospodarenje otpadom u sklopu kojih su predviđeni biološki postupci obrade biootpada. Prema podacima iz Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. – 2022. godine, procijenjene količine proizvedenog biootpada iz komunalnog otpada se od 2012. godine ne mijenjaju te u prosjeku iznose oko 530.000 tona (Slika 2.). Udio biootpada u miješanom komunalnom otpadu iznosi 37%, a utvrđen je temeljem procjene sastava miješanog komunalnog otpada. Uzimajući u obzir navedeni udio i količine odloženog miješanog komunalnog otpada, dolazi se do zaključka da se na odlagalištima otpada u RH godišnje odloži gotovo 500.000 tona biootpada, od čega se procjenjuje da je oko 380.000 tona otpada od hrane. Prosječno se odvojeno sakupi oko 11% ukupno proizvedenog biootpada, odnosno 60.000 tona, od čega se tek polovica proslijedi na uporabu (kompostiranje, anaerobna digestija). Odvojeno sakupljanje biootpada u 2015. godini provodilo se u 96 jedinica lokalne samouprave. Preliminarni rezultati prikupljanja i razvrstavanja biootpada u Daruvaru prikazani su u Tablici 1. Prema dosadašnjim podacima tjedne količine prikupljenog biootpada kretale su se od 0,52-1,56 kg po stanaru, odnosno od 1,25-3,75 kg po stambenoj jedinici.

Tablica 1. Količine i sastav prikupljenog biootpada

Frakcije biootpada	Prosječne tjedne količine po stanaru (kg)	Prosječne tjedne količine po stambenoj jedinici (kg)	Udio (%)	Ukupno tjedno (kg)
Voće i povrće	0,55	1,32	52,99	53,0
Ostaci hrane	0,28	0,69	27,36	27,4
Ljuske jaja, talog kave, kruh	0,21	0,49	19,65	19,6
<b>Ukupno:</b>	<b>1,04</b>	<b>2,5</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Najučinkovitiji način smanjenja otpada od hrane u okviru hijerarhije gospodarenja otpadom je usredotočenost na preventivne aktivnosti. Takve radnje uključuju sprečavanje da hrana postane ili se karakterizira kao otpad (Papargyropoulou i sur., 2014.). Manje otpada od hrane vodi većoj učinkovitosti, višoj ekonomskoj produktivnosti i smanjenju emisija stakleničkih plinova koji doprinose klimatskim promjenama. Čak 7% globalne emisije stakleničkih plinova nastaje zbog otpada od hrane. Iako je prevencija otpada od hrane otprilike deset puta učinkovitija nego da se on biološki obrađuje po nastanku, sa stajališta učinkovitosti re-sursa važno je otpad od hrane koji ipak nastane odvojiti i biološki obraditi (Hansen, 2011.).



Slika 2. Biootpad u komunalnom otpadu u Republici Hrvatskoj od 2012. – 2017. u tonama  
([https://www.mzoip.hr/doc/plan\\_gospodarenja\\_otpadom\\_republike\\_hrvatske\\_za\\_razdoblje\\_2017-2022\\_godine.pdf](https://www.mzoip.hr/doc/plan_gospodarenja_otpadom_republike_hrvatske_za_razdoblje_2017-2022_godine.pdf))

S obzirom na činjenicu da u RH postoje samo dva centra za gospodarenje otpadom, a ostali su u fazi pripreme, postavlja se pitanje na koji način riješiti problematiku biootpada. Jedno od mogućih rješenja je uspostava suradnje jedinica lokalne samouprave s vlasnicima bioplinskih postrojenja. S obzirom da 52,38 % hrvatskih županija (uključujući i Grad Zagreb) ima na svome području jedno ili više bioplinskih postrojenja, biootpad bi se mogao regionalno dovoziti od strane komunalnih društava, te time obuhvatiti cijelu RH. Upravo ovakvim načinom suradnje može se postići win-win situacija za sve dionike procesa. Korištenje bio otpada u anaerobnoj digestiji doprinosi smanjenju korištenja energetskih kultura za tu namjenu, čime se poboljšava održivost samih bioplinskih postrojenja i smanjuje negativan učinak korištenja energetskih kultura na proizvodnju i korištenje stočne hrane. Trenutačno u RH operativno radi 40 bioplinskih postrojenja, dok su neka u izgradnji.

### Zaključak

Provedbom pilot projekta odvojenog prikupljanja biootpada u kućanstvima i stanovima u Gradu Daruvaru i njegove uporabe u bioplinskom postrojenju Hercegovac daje se doprinos uspostavi održivog sustava gospodarenja komunalnim otpadom koji će omogućiti ispunjenje ciljeva Plana za gospodarenje otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017.-2022. godine kojim je predviđeno da od ukupne količine proizvedenog biootpada 40 % ili 201 116 t bude odvojeno prikupljeno do kraja 2022. godine.

## Literatura

1. Hansen, O. J. (2011): Food waste in Norway in a value chain perspective, Östfoldforskning.
2. Schuch, A., Morscheck, G., Lemke, A., Nelles, M. (2016): Bio-Waste Recycling in Germany – Further Challenges. 5th International Conference on Solid Waste Management, Procedia Environmental Sciences 35 (2016) 308-318, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029616301001>.
3. Voća, N., Kufrin, J., Ribić, B., Krička, T., Kučar Dragičević, S., Požgaj, Đ. (2014): Gospodarenje i energetska uporaba biorazgradljivog dijela komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj, 49. hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, eProceedings, 26-35.
4. Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017.-2022. godine. [https://www.mzoip.hr/doc/plan\\_gospodarenja\\_otpadom\\_republike\\_hrvatske\\_za\\_razdoblje\\_2017-2022\\_godine.pdf](https://www.mzoip.hr/doc/plan_gospodarenja_otpadom_republike_hrvatske_za_razdoblje_2017-2022_godine.pdf).
5. Papargyropoulou, E., Lozano R., Steinberger J.K., Wright N., bin Ujang Z. (2014): The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. J. Cleaner Prod. 76, 106–115.
6. Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13; 73/17, 14/19), <https://www.zakon.hr/z/657/Zakon-o-odr%C5%BEivom-gospodarenju-otpadom>.

## Separate collection and use of bio-waste in the biogas plant - an example of good practice

### Abstract

This paper presents a pilot project for the separate collection of bio-waste in the area of the City of Daruvar and its use in the biogas plant Hercegovac. Bio-waste is collected on a location with 40 housing units once a week for a period of 90 days. Bio-waste is collected in biodegradable pouches and recycled in a biogas plant with other co-substrates. The biogas potential of the collected bio-waste will be determined in analytical laboratory. The project will contribute to the establishment of a sustainable municipal waste management system in accordance with the Sustainable Waste Management Plan for the period 2017-2022. At the same time, the use of bio-waste in anaerobic digestion will contribute to reducing the use of energy crops for this purpose, thereby improving the viability of biogas plants themselves and reducing the negative impact of energy crops on the production and use of animal feed.

**Key words:** bio-waste, separate collection, sustainable management, biogas plant

## The effects of Mg foliar application on content of Mg, K and Ca ions in vine leaf and shoot on calcareous soil

Hristina Poposka<sup>1</sup>, Dusko Mukaetov<sup>1</sup>, Zoran Dimov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Agriculture – Ss. Cyril and Methodius University, Skopje, R. of Macedonia; e-mail:hristinapoposka@hotmail.com*

<sup>2</sup>*Faculty of Agricultural Sciences and Food - Ss.Cyril and Methodius University, Skopje, R. of Macedonia*

### Abstract

Tikvesh valley is an important vine region in Republic of North Macedonia with a long tradition in cultivation of various vine and table varieties, among which cv. Cardinal is one of the economically most significant table grape. Three years field experiment has been carried out on a field planted with cv. Cardinal. The influence of foliar application of Mg in a form of Magni mag helat in concentration of 0.5 % on the total concentration of Mg, K and Ca in vine leaf and shoot at harvest stage, was surveyed. Field trials has been organised according the method of random block system with two variants in three repetitions. The fertilizer was applied four times during the vegetation period (before and after blooming, buckshot berries and verasion). According those results, foliar treatment of magnesium significantly influenced the total yield of vine grape. Fertilized variant had higher average yield of 4.52 kg/per vine (or in total 14.68 t/ha), in comparison to the control variant with 4.18kg/per vine (or in total 13.59 t/ha). Foliar application had a significant effect on Mg (0.51%) and Ca (2.93%) content in leaf, but without effect on K level, at treated variant. The shoot at treated variant contented 0.17 % Mg, 0.98% Ca and 0.45% K.

**Key words:** Cardinal, leaf, shoot, fertilizer, magnesium

### Introduction

Nutrition is a key component in the management of viticulture production, winemaking and sustainable exploitation of viticulture ecosystem (Dobrei et al., 2009). This culture requires adequate supplies of nutrients for growth and fruiting (Shaaban and El-Fouly, 2012). All plants need adequate supply of macro and micro elements in order to match their normal physiological and biochemical function. Besides basic mineral nutrients (N, P and K), some other elements (Mg, Fe, Zn, B etc.) are considered to be essential for plants metabolic process because they are cofactors and/or activators of many metabolic enzymes (Marschner, 1995).

Among macroelements, magnesium (Mg) is an important nutrient with a number of physiological functions in the plant. The importance of Mg in the plant is in many ways connected with photosynthesis. It is the central atom of chlorophyll and it activates enzymatic processes. Mg also favorably influences assimilation (Mengel and Kirkby, 2001). Deficit of this element reduces the content of chlorophyll in the leaves (symptoms of chlorosis). Magnesium uptake by the plant is also affected by the antagonistic effect of Ca and K as was confirmed by Garcia et al.

(1999). Foliar spraying with Mg containing fertilizers is a common practice to correct nutrient imbalances in grape but Mg doses beyond those required for maximum yield rarely induce further improvement of product quality (*Gerendás and Führs, 2013*). The aim of the present 3-year field trials on the calcareous soil was to determine the effect of foliar application of Mg on grape yield and content of Mg, Ca and K in leaf and shoot.

### Material and methods

**Experimental site description:** “Tikves” vine region, has agro-ecologically favorable conditions for growing table vine varieties with different period of ripening.

The predominant soil type is rendzic soils, formed on recent Pliocene sediments, which properties are showed in Table 1.

Table. 1. Soil properties at experimental site

Depth (cm)	pH/H <sub>2</sub> O	Total carbonates %	Active lime %	Available mg/100g soil		Available mg/kg	
		CaCO <sub>3</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	Ca
0-30	8.06	17.33	5.50	22.10	22.52	422,46	3941,86
		high	low	very high	optimal	optimal	optimal
30-50	8.09	17.28	2.0	19.22	21.46	422,73	3976,84
		high	low	high	optimal	optimal	optimal
50-80	8.10	18.53	3.50	16.05	19.65	448,66	3915,86
		high	low	optimal	medium	optimal	optimal

**Material:** cv. Cardinal - 25 years old; row spacing 2,80 x 1,10 m (3247 vine/ha); pruning- “2-cordon” system; autumn soil fertilizing - NPK 8-16-24 with 350kg/ha and spring soil fertilizing - NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 33 % with 100kg/ha; irrigating with furrows, 2-3 times during the vegetation seasons.

### Treatments and experimental design:

The experiment has been conducted according the method of random block system with four variants and three repetitions, during the period from 2012 to 2014.

The monitored variants are: 1. Control NPK (no foliar fertilizer); 2. NPK + Magni mag helat Mg EDTA (1,5 % Mg; 24,14 % MgK<sub>2</sub> EDTA; 9,89 % NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>). The fertilizer was foliarly applied in concentration of 0.5 %, four times during the growing period, at the stages of: before and after blooming, buckshot berries and verasion. Applications were performed on mostly dry and cloudy weather, with no precipitation, in early morning hours.

**Soil analysis** - pH – electrometric, carbonate content and active lime by Drouineau-Galet; available forms of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O by AL method; mobile fraction of Ca and Mg after extraction by ammonium acetate solution.

**Plant analysis** - leaf samples were taken opposite the basal cluster, every year after harvest. Analyzed elements of plant tissue were determinate by ISP-AES technique after its digestion (Heating Digester DK 20) using concentrated HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

**Yield** - was calculated by counting of clusters number and its weight per vine (representative random samples of 24 clusters/per variant were analyzed).

**Statistical method** - analysis of variance was performed using SPSS 20.0 software and correlation was calculated at 0.05 level.

## Result and discussion

Influence of foliar fertilizer on yield, was analyzed through measurement of exact weight of cluster/per vine in kg and its averaging to t/ha for each variants and year of examination. The results (Table 2) showed that tested variant in the research period had a higher yield with 4.52 kg/per vine (total 14.68 t/ha) with 8.02% increase, than the variant without fertilization (control) where the average yield is 4.18 kg/vine (13.59 t/ha). *Zatloukalová et al.* (2011) reported 3.1-6.7% increase in grape yields, after 5 times repeated 5% foliar nutrition to vine with the Mg fertilizers. Results showed that grape yield were significantly different in the 3<sup>rd</sup> year of the experiment. In the last year the unfavorable weather conditions *during May*, with appearance of hail in the beginning of growing season and outburst of *Plasmopara viticola*, were the main reasons for low grape yield in that growing season, which was significantly lower compared to the previous two growing seasons. Despite bad weather conditions, foliar application of Mg significantly increased the grape yield compared to control variant. These differences most probably are related to sufficient nutrition of the plants during the critical growing stages with magnesium and calcium, which increased their ability to recover from hail damages and resistance to infections. The most important roles of Mg<sup>2+</sup> ions in plants is their inclusion into the central atom of the chlorophyll molecule (Takasc et al., 2007), it may be assumed that foliar application of Mg during summer months on calcareous soils may increase the leaf Mg concentration and directly influence a more productive process of photosynthesis, which is main indicator for high yield. Lara et al. (2004) have indicated that calcium enhances tissue resistance to fungal attack by stabilizing or strengthening cell walls, thereby making them more resistant to harmful enzymes produced by fungi and also delays aging of fruits. Grape yield in our investigations is in line with previous research. Boskov et al. (1992) noted that the average yield at cv. Cardinal is 18.337 t/ha, while Duletić and Mijović (2014) concluded that foliar fertilizing has positive effect on grape yield with yield from 3.38 to 4.5 kg/per vine.

Tissue analysis is one of the best tools available to monitor the nutrient status of grape. Influence of Mg foliar fertilizer will be analyzed through measurement of Mg, Ca and K content in vine leaf (Table 3) and shoot (Table 4). Out of data presented, it can be concluded that foliar application had a significant effect on Mg and Ca content in leaf, but without effect on K level. Results showed that Mg fertilization had no effect on potassium contents, while a significant difference was recorded in magnesium shoot content. The positive effect of fertilizing was noted in all three experimental years, with significantly higher content of Mg at the third year of researching in comparison with previous years. The average magnesium content in leaf in researched varieties ranged from 0.36% in control variant to 0.51% at the treated variant. The same dynamics of content of this element was noted in the analyzed shoots.

The control variant from analyzed shoot contained 0.12% Mg, less than treated variant, which contained 0.17% Mg.

Comparison of control and treated variant showed that foliar application brought index of increase by almost 42%. The significantly higher average Mg concentration compared to the control, is probably a consequence of Mg application, which is correlate with conclusions of other researchers. According to Vitosh et al. (1995) optimal range of Mg for plant is from 0.16 to 0.60 %, while Fregoni (1998) concluded that content of Mg in leaf at the ripen stage of berry should range from 0.18 to 0.48 %. Based on the data presented in Table 3 and 4, it is noted that foliar fertilizing with Mg has significantly positive effect on Ca content in the leaf at treated variant, with average highest content of 2.93% and 0.98% in the shoot, but with no significant response at 0.05 level. This results are opposite of many previous researches, which are based on antagonism between this elements. In the analyses conducted by the authors, a significant reduction was shown for the uptake of calcium cations by leaves, with an increa-

se in the intensity of plant nutrition with magnesium. This might be result to the higher concentration of CaCO<sub>3</sub> (in carbonate soils more than 80% is Ca, while 4% is Mg) and Ca in soil, optimal level of Ca in vine leaf, even in control variant and process of Ca reutilization in plant (once translocate Ca into the leaves, is practically immobile). These findings corresponds to the notes reported by Wyszowski (2001). According to the author, the effect of magnesium in the accumulation of other nutrients is dependent on the species, plant organ and only to a slight degree on the manner of its application.

According to the data by Fregoni(1998), concentration of Ca in vine leaf in the ripening stage is range from 1.7% to 3.8%. During the investigation by HerakCustičet al. (2008) on calcareous soils, the authors noted that concentration of Ca in vine leaf ranged from 2.07 to 3.07%. Calcium content in vine leaf depended on lime levels in soil and on the time of plant material sampling (Gluhic et al., 2009). During the investigation, authors noted that concentration of this element increasing towards the end of the growing period and reached very high values from 1.66% (four weeks prior to flowering) to 4.85% (after harvest). The content of calcium in the period after harvest is higher than in our research, which is probably result of different content of available lime in soil in the both research. In the previously published literature, the authors noted different values for magnesium and calcium content in vine shoot. Thus, according to Licina (1994), content of this macro elements in shoot at cv. *Italian Riesling* is 1.75% of Ca and 0.26% of Mg. In the same variety, Stojanova (2001) found lower values in relation to the previously stated, with average contents from 0.83% to 1.12% Ca.

Table 2. Grape yield (kg/per vine and t/ha)

Variant	Year						Average	
	2012		2013		2014		kg/per vine	t/ha
	kg/per vine	t/ha	kg/per vine	t/ha	kg/per vine	t/ha		
Control	4,90	15,89 <sup>b</sup>	4,94	16,03 <sup>a</sup>	2,72	8,83 <sup>b</sup>	4,18	13,59 <sup>b</sup>
Treated with Mg	5,50	17,87 <sup>a</sup>	5,04	16,35 <sup>a</sup>	3,03	9,84 <sup>a</sup>	4,52	14,68 <sup>a</sup>

\* values followed by the same letter are not statistically significant at the probability level p <0.05

Table 3. The content of Mg, Ca and K in vine leaf (%)

Variant	Mg				Ca				K			
	Year				Year				Year			
	2012	2013	2014	average	2012	2013	2014	average	2012	2013	2014	average
Control	0,40 <sup>b</sup>	0,31 <sup>b</sup>	0,37 <sup>b</sup>	<b>0,36<sup>b</sup></b>	1,80 <sup>b</sup>	2,42 <sup>b</sup>	2,40 <sup>b</sup>	<b>2,23<sup>b</sup></b>	0,84 <sup>a</sup>	0,82 <sup>a</sup>	0,82 <sup>a</sup>	<b>0,82<sup>a</sup></b>
Treated with Mg	0,48 <sup>a</sup>	0,51 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	<b>0,51<sup>a</sup></b>	2,28 <sup>a</sup>	3,20 <sup>a</sup>	3,61 <sup>a</sup>	<b>2,93</b>	0,71 <sup>b</sup>	0,71 <sup>b</sup>	0,70 <sup>b</sup>	<b>0,71<sup>b</sup></b>

\* values followed by the same letter are not statistically significant at the probability level p <0.05, variant 1 is..., variant 2 is... correct in every table

Table 4. The content of Mg, Ca and K in vine shoot (%)

Variant	Mg				Ca				K			
	Year				Year				Year			
	2012	2013	2014	average	2012	2013	2014	average	2012	2013	2014	average
Control	0,14 <sup>a</sup>	0,09 <sup>b</sup>	0,11 <sup>b</sup>	<b>0,12<sup>b</sup></b>	0,93 <sup>a</sup>	0,91 <sup>a</sup>	0,93 <sup>a</sup>	<b>0,92<sup>a</sup></b>	0,57 <sup>a</sup>	0,50 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	<b>0,51<sup>a</sup></b>
Treated with Mg	0,15 <sup>a</sup>	0,17 <sup>a</sup>	0,18 <sup>a</sup>	<b>0,17<sup>a</sup></b>	0,95 <sup>a</sup>	1,00 <sup>a</sup>	1,00 <sup>a</sup>	<b>0,98<sup>a</sup></b>	0,48 <sup>b</sup>	0,41 <sup>b</sup>	0,47 <sup>a</sup>	<b>0,45<sup>b</sup></b>

\* values followed by the same letter are not statistically significant at the probability level p <0.05

Foliar fertilizing at treated variant had no influence on potassium level in vine leaf and shoot. During the researching period treated variant has lower content of potassium compared to the control variant. Control variant has significantly average higher content of potassium in the leaf (0.82%) and in the shoot (0.51%). Although, the foliar fertilizing doesn't have the influence on K content, the obtained values are in the ranges given by other authors. According Jurkić et al. (2012) K content is range from 0.8 to 1.07%, on alkaline soil. Higher value from 1.15 % to 5.22 % K was record by Herak Custić et al. (2008) and Müftüoğlu et al. (2004).

As to the content of potassium in the shoots, usually has a wider range from 0.3% to 1.2% (Stojanova, 2001), although sometimes other data may also be found in the literature. Similar results reported Marković et al. (2011). In their three-year researching, authors concluded that the potassium values in the shoot, significantly increased from 0.58 to 1.25% K.

Comparison of control and treated variant showed that foliar application brought index of decreasing by almost 13%. The cause may be the mutual antagonistic effect of both nutrients as described by Marschner (2002). Literature data show frequent competition (antagonism) between Mg and K. According the authors negative correlations between Mg and K were recorded for healthy and chlorotic vine plants under Mg application (Gluhić et al. 2009).

Authors noted that foliar application has influence on chlorosis decreasing, but only on soil with low content of Ca (<20% CaO).

Calculated ratio between Mg, Ca and K in our research showed that soil with low lime content has:  $Mg^{2+}/K^+$  ratio of 1:1.4,  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  ratio of 1:5.74 and the  $(Mg^{2+}+Ca^{2+})/K^+$  ratio of 1:0.2, which indicate that  $Ca^{2+}$  is the dominant cation in grapevine leaf at the end of vegetation. These findings agree with the report of Gluhić et al. (2009), who indicates that this ranges of ratios are unfavorable, which may be attributed to poor characteristics of soils. Authors noted that  $Mg^{2+}/K^+$  ratio was 1:1.36,  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  ratio was 1:8.5 and the  $(Mg^{2+}+Ca^{2+})/K^+$  ratio was 1:0.38. Although correlation between Mg and Ca in plant was positive, at the end of vegetative period, determined high ratios between Ca and Mg indicated that Ca was dominant ion in plant disturbing K and Mg physiological roles.

Crop fertilization practices continue to intensify with the demand for high yields. Magnesium is an essential plant nutrient that is frequently overlooked and may be limiting plant growth. Soil and plant testing should be used to identify potential deficiencies, and there are many excellent Mg sources available for farmers when needed. Recommendations for the quantity, time and method of Mg fertilizers application are many, depending from soil type and its properties, cultivate culture, climatic conditions, the type of irrigation and etc. So, Herak Custić et al. (2008) suggest that mineral fertilization using a vibrational 2-row subsoiler with pneumatic fertilizer device for depth fertilization and two foliar applications (every 10 days) of Mg early in spring as soon as the leaf area is sufficiently developed.

## Conclusion

According to the results, foliar treatment of magnesium significantly influences the total yield of vine grape. Fertilized variant had significantly higher average yield in comparison to the control variant. The results show that foliar fertilizing stimulated the Mg and Ca accumulation in leaves, but without effect on K level, at treated variant. The same dynamics of content of this element was noted in the analyzed shoots. Comparison of control and treated variant showed that foliar application brought index of increase by almost 42% of Mg. The significantly higher average Mg concentration compared to the control, is probably a consequence of Mg applicati-



on, which is correlate with conclusions of other researchers. Analyzed results showed that foliar fertilizing has significantly positive effect on Ca content in the leaf at treated variant, which could be responsible for a higher concentration of CaCO<sub>3</sub> (in carbonate soils more than 80% is Ca, while 4% is Mg) and Ca in soil, optimal level of Ca in vine leaf, even in control variant and process of Ca reutilization in plant (once translocate Ca into the leaves, is practically immobile).

## References

1. Boskov, S., Petrovski, G., Hristov, P., Petrovski, T. (1992): Research of table grape varieties with early ripening period in agroecological conditions at Skopje region. Yearbook. Institute of agriculture, Skopje, R.of Macedonia.
2. Dobrei, A., Sala F., Ghita, A.,Malaescu, M. (2009): Researches concerning the influence of different fertilization systems on the quantity and quality of the production at some table grapes cultivars. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. Vol.13, pp.454-457.
3. Duletić, D., Mijović, S. (2014): Yield and quality of grapes of the cardinal variety depending on different foliar fertilizers. *Agriculture and forestry*, Vol.60 Issue 2: 85-91. Podgorica.
4. Zatloukalová A., Lošák T., Hlušek J., Pavloušek P., Sedláček M., Filipčík R. (2011):The effect of soil and foliar applications of magnesium fertilisers on yields and quality of vine (*VitisVinifera* L.) grapes.*Acta Universitatis agriculturae et silviculturaemendelianaebrenensis*. Volume LIX, 29. pp.221-225.
5. Garcia, M., Daverede, C., Gallego, P., Toumi, M. (1999): Effect of varionspotassium calcium ratios on cation nutrition of grape grown hydroponically. *Journal of Plant Nutrition*, 22: 417–425.
6. *Gerendás, J.,Führs, H. (2013): The significance of magnesium for crop quality. Plant and Soil*, 368: 101-128.
7. Gluhić, D., Herak Čustić, M., Petek, M., Čoga, L., Slunjski, S. and Sinčić, M. (2009):
8. The content of Mg, K and Ca ions in vine leaf under foliar application of magnesium on calcareous soils. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 2: 81–84.
9. Fregoni, M. (1998):Viticoltura di qualita. In: La nutrizione minerale dellavite. Ed.Lama, Piacenza,Italy. Pp. 493-579.
10. Herak Čustić, Mirjana; Gluhić, David; Čoga, Lepomir; Petek, Marko; Goščak, Ivan (2008): Vine plant chlorosis on unstructured calcareous soils and leaf Ca, Mg and K content. // *Cereal research communications*. 36, Part 1. Suppl.; 439-442.
11. Jurkić, B., Slunjski, S., Čoga, L., Pavlović I., Herak Čustić M., Karazija, T. (2012):Dinamika kalija u liscu vinove loze (*Vitis vinifera* L.) I količina šećera u moštu na kiselom I karbonatnom tlu. *Zbornik sažetaka 47. Hrvatskog I 7. Međunarodnog simpozija agronoma*. Pp.224-225.
12. Lara, I., Garcia P., Vendrell, M. (2004):Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) fruit. *Postharvest Biol. Technol.*, 34: 331-339.
13. Licina, V.J. (1994):Toksicnost bora kodvinovelozekv. Italijanskirizling. *Zbornikradova*, Beograd. 372-374.
14. Marković, N., Licina V., Mladonovic, A.S., Atanackovic, Z., Trajkovic, I. (2011):Distribucija kalija u organima vinove loze pri različitim dozama kalijevih gnojiva. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia (950-954).
15. Marschner, H. (2002): Mineral nutrition of Higher Plants. 2nd Ed. London, Academic Press.
16. Mengel, K., Kirkby E.A. (2001): Principles of Plant Nutrition, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
17. Müftüoğlu, N. M., Demire, T., Dardeniz, A. (2004): Nutritional problems of cardinal problems grapes grown in Çanakkale, Turkey. *Pakistan Journal of Botany.*, 36(3): 567-575.
18. Shaaban, S.H.A., M.M. El-Fouly (2012):Impact of the Nutritional Status on Yield of Some Grape (*Vitis vinifera* L.) Cultivars Fertilized Through DripIrrigation and Grown on Sandy Soil.*Journal of American Science* 2012; 8 (7). Pp.150-163.
19. Stojanova, M. (2001):Effects of soil and foliar fertilizing at vinegrape on yield, quality and resistance on low temperature. PhD tesis. Faculty of agriculture, Skopje.
20. Takacs-Hajos, M. Szabo, L. Racz, I. Mathe, A. Szoke, E. (2007):The effect of Mg-leaffertilization on quality parameters of some horticultural species. *Cereal Research Communications*, 35. 2. 1181-1184.

21. Vitosh, M.L., Johnson, J.W., Mengel, D.B. (1995): Tri-State fertilizer recommendations for corn, soybeans, wheat and alfalfa. Michigan State University Extension, East Lansing, MI 48824-1039.
22. Wyzkowski, M. (2001). Effect of magnesium on yield formation and the mutual relations between some ions in crops. Olsztyn: Rozpr Monograf UW-M; 2001, 52.

### Utjecaj folijarne primjene Mg na sadržaj Mg, K i Ca u listu i stabljici vinove loze na karbonatnom tlu

Dolina Tikveša je važna vinska regija u Republici Sjevernoj Makedoniji s dugom tradicijom uzgoja raznih sorti vinove loze i stolnih sorti, među kojima je cv. Kardinal jedan od ekonomski najznačajnijih stolnih grožđa. Trogodišnji poljski pokus proveden je na površini zasađenoj cv. Kardinalom. Istraživan je utjecaj folijarne primjene Mg u obliku Magni mag helata u koncentraciji 0,5 % na ukupnu koncentraciju Mg, K i Ca u listu i stabljici vinove loze u fazi berbe. Pokus je postavljen po slučajnom blok rasporedu u s dvije varijante u tri ponavljanja. Gnojivo je primijenjeno četiri puta tijekom vegetacijskog razdoblja (prije i nakon cvjetanja, u zametanju bobica i početkom dozrijevanja bobica). Folijarna primjena magnezija značajno je utjecala na ukupan prinos grožđa. Gnojene varijante imale su veći prosječni prinos za 4,52 kg po trsu (ili ukupno 14,68 t/ha) u odnosu na kontrolnu varijantu sa 4,18 kg po trsu (ili ukupno 13,59 t/ha). Folijarna primjena gnojiva imala je značajan utjecaj na sadržaj Mg (0.51%) i Ca (2.93%) u listu ali bez utjecaja na razinu K na tretiranim varijantama. Stabljika na tretiranoj varijanti sadržavala je 0.17 % Mg, 0.98% Ca i 0.45% K.

**Ključne riječi:** Kardinal, list, stabljika, gnojivo, magnezij

## The content of the chloroplast pigments, phenols and vitamin C in the juice and the cellulose residue of the wheatgrass (*Triticum aestivum* L.)

Marija Kristić, Marija Špoljarević, Vedran Orkić,  
Lucija Kereša, Sanja Grubišić, Andrijana Rebekić

*Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek,  
Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail address: mkrstic@fazor.hr*

### Abstract

It is known that wheatgrass is a rich source of nutrients that have a positive impact on human health. Making the juice of it using juicer, the cellulose residue is most often thrown away. The aim of the study was to determine the content of photosynthetic pigments, phenols and vitamin C in the juice and the cellulose residue in ten varieties of wheatgrass and evaluate the amount of active components remaining in the cellulose residue. On average for all varieties, significantly higher amounts of these compounds were found in the cellulose residue as compared to the juice. There was also significant difference in the content of the before mentioned compounds between wheat varieties. The highest average content of chlorophyll a, carotenoids and phenols was found in Katarina variety, the highest content of chlorophyll b in the variety Eurofit and the highest content of vitamin C in the variety Pipi. The data obtained show that the variety significantly affects all of the examined parameters and that more than half of the biologically active compounds tested are lost by throwing the cellulose residue.

**Keywords:** wheatgrass, chloroplast pigments, phenols, vitamin C

### Introduction

Wheat (*Triticum aestivum* L.), together with corn and rice, belongs to three leading cereals in the world production and it is one of the most important world's arable crops for food production. It has the multiple uses in the various industries. It is used in milling, in the production of wheat malt, in the animal nutrition, as a crop in the crop rotation or for the green fertilization. Its multiple uses, the quality of its nutritional composition and highly nutritious value made it the indispensable food for more than a third of the world's population (Španić, 2016). That information confirms the following fact: in the world in 2017 the wheat was growing on 218 543 071 ha (FAO), primarily because of the grain. In the 1930's began the research of the properties of the young wheat germs, also called the wheatgrass. Charles F. Schnabel was the first scientist who started to use the wheatgrass in the experiments with the animals, and later in his own diet (Roshan, 2016) and its positive impact on the health brought closer to the public. It is known that the wheatgrass is a rich source of vitamins, antioxidants and minerals (Tandon et al., 2011) as well as chlorophylls and enzymes (Padalia et al., 2010). The juice of the wheatgrass is rich in chlorophyll so it is often called, „the green blood“ (Padalia et al., 2010), since chlorophyll has the similar structure as the haemoglobin – the only difference is in

the centralelement of porphyric structure, which is Fe in haemoglobin, and Mg in chlorophyll. It is proven that the fresh juice of the wheatgrass has the anticancer, antioxidative, anti-inflammatory and anti-arthritic activity (Chauhan,2014).Phenolic compounds are the secondary plant metabolites that work as antioxidants and help in the cure of diabetes, the cardiovascular diseases and the inflammation (Sutar-Kapashikaret al., 2018). The human organism needs the vitamin C for the normal physiological functions. It is necessary for development and maintenance of the connective tissues, it has an important role in bone building,healing of the wounds and maintaining the gums healthy, it contributes to building of the immune system and protects different tissues from the damages occurred by the different types of free radicals as an antioxidant (Chambiolet al., 2013). If it is about domestic cultivation of the wheatgrass for the purpose of own consumption, in the process of squeezing using the juicer,the cellulose residue is being extracted and thrown away. The cellulose residue is rich in fibres that build the complex carbohydrates. In the human digestive tract, the fibres are not digested completely, but they have a very important role in cleaning the intestines and maintaining the normal functions of the intestinal flora.

The aim of thisresearch was to assessthe content of the photosynthetic pigments, phenols and vitamin C in the juice and the cellulose residue of the wheatgrass. Itwill be estimated if there is a significant loss of the biologically active compounds if the juice of the wheatgrass is prepared using juicerby which the cellulose residue is being removed and thrown away.

### Material and methods

In the experiment, ten wheat varieties were tested: Katarina, Divana, Janica, Eurofit, Ružica, SW Maxi, Felix, Pipi, Ludwig and OS Crvenka. Two days before sowing, the untreated seedhas been washed and put on the imbibition in order to activate the hydrolytic enzymes and initiate the germination. The wheat was sown in the plastic containers filled with peat and grew for twelve days at the room temperature (21 °C) and natural light regime (14 hours light, 10 hours darkness). The seedlings of the wheatgrass were cut at the bottom and their juice squeezed with the help of the juicer, in the process which the cellulose residue becomes extracted. The photosynthetic pigments were determined according to Holm and Wetstein (1954 and 1957), the total phenols according to Folin, O., Ciocalteau, V.(1927) and vitamin C according to Roe andKuether (1943). The measurements wereperformed on the Varian Cary 50 UV-VIS spectrophotometer.The research was conducted as a two-factorbased trial with three repetitions and ten wheat varieties in one repetition. The results were statistically analysed using SAS Software 9.1.3.(SAS Institute Inc. Caray, USA) and Microsoft office Excel 2007. Analysis of variance (ANOVA), F test and Fisher's LSD test, were performed. The statistically significant differences are shown at level  $p \leq 0.1$ .

### Results and discussion

In the averagefor all the analysedvarieties,significantly higher valuesof all the examined parameters, except ratio of chlorophyll a/b,were found in the cellulose residue as compared to the juice of wheatgrass(Table 1).

For both examined parts of the young wheat seedlings (the juice and the cellulose residue), in the average, the variety significantly affected concentrations of all examined biologically active compounds. The highest content of chlorophyll a was found in variety Katarina, which was not significantly distinguished from varietyDivana. VarietiesEurofit and Divana had the highest content of chlorophyll b. The lowest values of chlorophyll a, b carotenoids and ratio of chlorophyll a/b were found in variety OS Crvenka. The highest content of phenols was found in varietyDivana, and vitamin C in varietiesKatarina, Divana, Janica, Ružica and Felix. The highest content of phenols was found in

variety Divana and vitamin C in Pipi, which was not significantly distinguished from Janica. Interaction between variety and part of the plant analysed, was significant for all the examined parameters.

Table 1. The average content of the photosynthetic pigments ( $\text{mg g}^{-1} \text{FW}^{-1}$ ), phenols ( $\text{mg gallic acid g}^{-1} \text{FW}^{-1}$ ) and vitamin C ( $\text{mg vitamin C } 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}^{-1}$ ) in the juice and the cellulose residue in ten varieties of wheatgrass.

The examined part of the plant (A)	chl a	chl b	chl a+b	car	chl a/b	chl/car	phenols	vit. C
Cellulose residue	1.352 <sup>A</sup>	0.653 <sup>A</sup>	2.006 <sup>A</sup>	0.287 <sup>A</sup>	2.155 <sup>B</sup>	6.975 <sup>A</sup>	1.573 <sup>A</sup>	57.82 <sup>A</sup>
Juice	0.216 <sup>B</sup>	0.068 <sup>B</sup>	0.284 <sup>B</sup>	0.067 <sup>B</sup>	3.184 <sup>A</sup>	4.268 <sup>B</sup>	1.119 <sup>B</sup>	29.51 <sup>B</sup>
F test	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
VARIETY(B)								
Katarina	0.918 <sup>A</sup>	0.421 <sup>B</sup>	1.339 <sup>AB</sup>	0.200 <sup>A</sup>	2.557 <sup>EF</sup>	5.863 <sup>BC</sup>	1.312 <sup>CD</sup>	46.94 <sup>CD</sup>
Divana	0.900 <sup>AB</sup>	0.485 <sup>A</sup>	1.385 <sup>A</sup>	0.191 <sup>AB</sup>	2.409 <sup>FG</sup>	6.105 <sup>AB</sup>	1.620 <sup>A</sup>	51.23 <sup>BC</sup>
Janica	0.869 <sup>BC</sup>	0.420 <sup>B</sup>	1.289 <sup>BC</sup>	0.199 <sup>A</sup>	2.464 <sup>EF</sup>	5.681 <sup>BCD</sup>	1.310 <sup>CD</sup>	56.86 <sup>AB</sup>
Eurofit	0.836 <sup>C</sup>	0.488 <sup>A</sup>	1.324 <sup>AB</sup>	0.167 <sup>CD</sup>	2.281 <sup>G</sup>	6.568 <sup>A</sup>	1.289 <sup>D</sup>	37.15 <sup>E</sup>
Ružica	0.829 <sup>C</sup>	0.336 <sup>C</sup>	1.165 <sup>D</sup>	0.201 <sup>A</sup>	2.723 <sup>CD</sup>	5.265 <sup>DE</sup>	1.438 <sup>B</sup>	34.99 <sup>F</sup>
SWMaxi	0.826 <sup>C</sup>	0.408 <sup>B</sup>	1.234 <sup>C</sup>	0.174 <sup>BC</sup>	2.580 <sup>DE</sup>	5.891 <sup>B</sup>	1.363 <sup>C</sup>	34.27 <sup>F</sup>
Felix	0.771 <sup>D</sup>	0.329 <sup>C</sup>	1.100 <sup>D</sup>	0.183 <sup>AB</sup>	2.832 <sup>BC</sup>	5.310 <sup>CDE</sup>	1.285 <sup>D</sup>	36.90 <sup>F</sup>
Pipi	0.706 <sup>E</sup>	0.267 <sup>D</sup>	0.973 <sup>E</sup>	0.166 <sup>CD</sup>	3.014 <sup>A</sup>	5.200 <sup>DE</sup>	1.354 <sup>CD</sup>	64.60 <sup>A</sup>
Ludwig	0.646 <sup>F</sup>	0.256 <sup>D</sup>	0.902 <sup>F</sup>	0.150 <sup>ED</sup>	2.844 <sup>BC</sup>	5.325 <sup>CDE</sup>	1.112 <sup>E</sup>	38.91 <sup>DE</sup>
OSCrvenka	0.536 <sup>G</sup>	0.200 <sup>E</sup>	0.736 <sup>G</sup>	0.136 <sup>E</sup>	2.989 <sup>AB</sup>	5.007 <sup>E</sup>	1.374 <sup>BC</sup>	34.75 <sup>F</sup>
F test	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
A x B	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

As in the cellulose residue and in the juice, variety of wheatgrass significantly affected the examined biologically active compounds (Table 2 and 3). Katarina stood out with the highest content of chlorophyll a and carotenoids in the cellulose residue, while the highest content of chlorophyll b was found in Divana and Eurofit. Divana stood out with the highest values of phenols, while the highest content vitamin C was found in the cellulose residue of variety Pipi. The lowest values of all the examined parameters, besides phenols, were found in the cellulose residue of type OS Crvenka. The lowest values of phenols were found in variety Ludwig.

Table 2. The content of the photosynthetic pigments ( $\text{mg g}^{-1} \text{FW}^{-1}$ ), phenols ( $\text{mg gallic acid g}^{-1} \text{FW}^{-1}$ ) and vitamin C ( $\text{mg vitamin C } 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}^{-1}$ ) in the cellulose residue of wheatgrass.

Variety	chl a	chl b	chl a+b	car	chl a/b	chl/car	phenols	vit. C
Katarina	1.582 <sup>A</sup>	0.759 <sup>B</sup>	2.340 <sup>AB</sup>	0.322 <sup>A</sup>	2.086 <sup>D</sup>	7.381 <sup>BC</sup>	1.716 <sup>B</sup>	63.99 <sup>CD</sup>
Divana	1.557 <sup>AB</sup>	0.891 <sup>A</sup>	2.448 <sup>A</sup>	0.304 <sup>AB</sup>	1.749 <sup>F</sup>	8.048 <sup>AB</sup>	2.031 <sup>A</sup>	78.85 <sup>BC</sup>
Janica	1.496 <sup>BC</sup>	0.759 <sup>B</sup>	2.255 <sup>B</sup>	0.323 <sup>A</sup>	1.974 <sup>D</sup>	7.044 <sup>BC</sup>	1.580 <sup>CDE</sup>	84.46 <sup>AB</sup>
Eurofit	1.493 <sup>BC</sup>	0.915 <sup>A</sup>	2.409 <sup>A</sup>	0.281 <sup>ABC</sup>	1.638 <sup>E</sup>	8.584 <sup>A</sup>	1.606 <sup>BCD</sup>	46.67 <sup>F</sup>
SWMaxi	1.482 <sup>C</sup>	0.764 <sup>B</sup>	2.245 <sup>B</sup>	0.294 <sup>AB</sup>	1.943 <sup>D</sup>	7.698 <sup>AB</sup>	1.462 <sup>EF</sup>	39.54 <sup>F</sup>
Felix	1.368 <sup>D</sup>	0.607 <sup>C</sup>	1.975 <sup>C</sup>	0.313 <sup>AB</sup>	2.258 <sup>C</sup>	6.331 <sup>CD</sup>	1.436 <sup>F</sup>	50.41 <sup>DE</sup>
Ružica	1.339 <sup>D</sup>	0.567 <sup>C</sup>	1.907 <sup>C</sup>	0.302 <sup>AB</sup>	2.362 <sup>BC</sup>	6.311 <sup>CD</sup>	1.625 <sup>BCD</sup>	36.89 <sup>F</sup>
Pipi	1.212 <sup>E</sup>	0.477 <sup>D</sup>	1.689 <sup>D</sup>	0.269 <sup>BC</sup>	2.541 <sup>A</sup>	6.272 <sup>CD</sup>	1.671 <sup>BC</sup>	94.29 <sup>A</sup>
Ludwig	1.111 <sup>F</sup>	0.457 <sup>D</sup>	1.568 <sup>E</sup>	0.246 <sup>CD</sup>	2.435 <sup>AB</sup>	6.380 <sup>CD</sup>	1.087 <sup>G</sup>	41.17 <sup>F</sup>
OSCrvenka	0.878 <sup>G</sup>	0.343 <sup>E</sup>	1.220 <sup>F</sup>	0.214 <sup>D</sup>	2.563 <sup>A</sup>	5.697 <sup>D</sup>	1.513 <sup>DEF</sup>	41.90 <sup>F</sup>
F test	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

The highest amounts of chlorophyll a and b, as well as carotenoids, were found in the juice of the wheatgrass Ružica. The highest amounts of phenols were found in the juice of Divana, SW Maxi, Ružica and OS Crvenka, and the lowest in Katarina (Table 3). Skoczylas et al. (2017) sugge-

stthat the rise of the consumer interests for the healthy diet brings the rise of the interests for the functional food and that the wheatgrass represents the valuable source of the nutritional compounds which contribute to the preservation of the human health.

Table 3. The content of the photosynthetic pigments (mg g<sup>-1</sup> FW<sup>-1</sup>), phenols (mg gallic acid g<sup>-1</sup> FW<sup>-1</sup>) and vitamin C (mg vitamin C 100 g<sup>-1</sup> FW<sup>-1</sup>) in the juice of wheatgrass.

VARIETY	chl a	chl b	car	chl a/b	chl/car	phenols	vit. C
Katarina	0.255 <sup>B</sup>	0.084 <sup>AB</sup>	0.078 <sup>B</sup>	3.028 <sup>D</sup>	4.344 <sup>BC</sup>	0.909 <sup>E</sup>	29.91 <sup>BC</sup>
Divana	0.242 <sup>B</sup>	0.079 <sup>BC</sup>	0.077 <sup>B</sup>	3.069 <sup>E</sup>	4.162 <sup>AB</sup>	1.209 <sup>A</sup>	23.62 <sup>C</sup>
Janica	0.242 <sup>B</sup>	0.082 <sup>BC</sup>	0.075 <sup>B</sup>	2.955 <sup>D</sup>	4.318 <sup>BC</sup>	1.040 <sup>C</sup>	29.27 <sup>ABC</sup>
Eurofit	0.179 <sup>C</sup>	0.061 <sup>CD</sup>	0.053 <sup>C</sup>	2.924 <sup>E</sup>	4.551 <sup>A</sup>	0.971 <sup>D</sup>	27.64 <sup>BC</sup>
SWMMaxi	0.170 <sup>C</sup>	0.053 <sup>D</sup>	0.055 <sup>C</sup>	3.217 <sup>D</sup>	4.083 <sup>AB</sup>	1.263 <sup>A</sup>	29.01 <sup>ABC</sup>
Felix	0.174 <sup>C</sup>	0.051 <sup>D</sup>	0.052 <sup>C</sup>	3.407 <sup>C</sup>	4.288 <sup>CD</sup>	1.133 <sup>B</sup>	23.40 <sup>C</sup>
Ružica	0.319 <sup>A</sup>	0.104 <sup>A</sup>	0.100 <sup>A</sup>	3.085 <sup>BC</sup>	4.220 <sup>CD</sup>	1.251 <sup>A</sup>	33.11 <sup>AB</sup>
Pipi	0.200 <sup>BC</sup>	0.057 <sup>D</sup>	0.062 <sup>BC</sup>	3.488 <sup>A</sup>	4.129 <sup>CD</sup>	1.037 <sup>C</sup>	34.92 <sup>AB</sup>
Ludwig	0.180 <sup>C</sup>	0.055 <sup>D</sup>	0.055 <sup>C</sup>	3.253 <sup>AB</sup>	4.269 <sup>CD</sup>	1.137 <sup>B</sup>	36.66 <sup>A</sup>
OsCrvenka	0.195 <sup>C</sup>	0.058 <sup>D</sup>	0.059 <sup>BC</sup>	3.415 <sup>A</sup>	4.318 <sup>D</sup>	1.236 <sup>A</sup>	27.61 <sup>BC</sup>
F test	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0025

Saini et al. (2017) found the significant differences in the content of phenols in *Triticum aestivum*, *Triticum durum* and *Triticum dicoccum* also. A significantly higher content of vitamin C was found in the juice of variety Ludwig. Urbonavičiūtė et al. (2009) also got the significant differences between the varieties of the wheatgrass in the content of phenols and vitamin C.

## Conclusion

The given results show that even in the earliest phases of growing stands out the specificity in the content of the biologically active compounds depending on the variety of wheat. As well, the intake of the active substances derived from the wheatgrass highly depends on the way of preparation of juice. That means the following: except for the proper selection of variety for the domestic cultivation of the wheatgrass, it is recommended, if it is about the home cultivation and use, to consume the whole plant and not to extract the juice, so all the nutritional values of wheatgrass are taken in, antioxidants and fibres alike.

## Acknowledgment

This research is made within the project: „Genotypic specificity of the wheatgrass (*Triticum aestivum*), highly nutritional food supplement“, UIP-2017-05-4292, funded by Croatian science foundation, led by PhD Andrijana Rebekić.

## Literature

1. Chambial, S., Dwivedi, S., Shukla, K.K., John, P.J., Sharma, P. (2013): Vitamin C in disease prevention and cure: An overview, *Ind J Clin Biochem* 28(4): 314 – 328.
2. Chauhan, M. (2014): A pilot study on wheatgrass juice for its phytochemical, nutritional and therapeutic potential on chronic diseases, *International Journal of Chemical Studies* 2014;2(4): 27 – 34.
3. Folin, O., Ciocalteu, V. (1927): On tyrosine and tryptophan determinations in proteins, *J. Biolo. Chem.* 73, 627 – 650.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations, [www.fao.org](http://www.fao.org)
5. Holm, G. (1954): Chlorophyll mutations in barley *Acta Agric.Scand* 4: 457 – 461.

6. Padalia,S., Drabu,S. Raheja,I., Gupta, A., Dhamija, M.(2010): Multitude potential of wheatgrass juice(Green Blood): An overview, Chronicles of Young Scientists 1(2) 2010:23 – 28.
7. Roe, H. Joseph and Kuether, A. Carl (1943): The determination of ascorbic acid in whole blood and urine through the 2,4-dinitro-phenylhydrazine derivative of dehydroascorbic acid, J. Biol.Chem, 147: 399 – 407.
8. Roshan,K., Rathore,K.S., Bharkatiya,M. Goel,P.K., Naruka,P.S., Saurabh,S.S.(2016): Therapeutic potential of *Triticum aestivum* Linn. (Wheatgrass or Green Blood Therapy) in the treatment and prevention of Chronic and Acute Diseases: An Overview; PharmaTutotr; 4(2);19 – 27.
9. Saini,A., Sinha, S., Singh,J.(2017): Comparison of polyphenols, flavonoids, antioxidant and free radical scavenging content of freeze dried wheatgrass extract from three different wheat species, International Journal of applied biology and pharmaceutical technology, Volume 8, Issue1,Jan – Mar2017; 98 – 106.
- 10.Skoczylas,Ł., Korus, A., Tabaszewska, M., Gedos, K., Szczepanska, E.(2017): Evaluation of the quality of fresh and frozen wheatgrass juices depending on the time of grass harvest, Journal of Food Processing and Preservation, 42:e13401.
- 11.Sutar-Kapashikar,P.S.,Gawali, T.R., Koli,S.R., Khot,A.S.,Dehankar,S.P.,Patil,Dr.P.D.(2018): Phenolic content in *Triticum Aestivum*: A Review, International Journal of New Technology and Research, ISSN:2454-4116, Volume4, Issue12, 01 – 02.
- 12.Španić,V. (2016): Pšenica, Poljoprivredniinstitut u Osijeku, Osijek.
- 13.Tandon,S., Arora,A., Singh,S., Monga,J., Arora,S.(2011): Antioxidant profiling of *Triticum aestivum* (wheatgrass) and its Antiproliferative Activity in MCF-7 Breast Cancer Cell Line, Journal of Pharmacy Research 2011,4(12).
- 14.Urbonavičiūtė,A.,Samuoliene,G., Brazaityte,A., Duchovskis,P.,Ruzgas,V.,Žukauskas,A.(2009):The effect of variety and lighting qualityon wheatgrass antioxidant properties, Zemdirbyste-Agriculture, vol. 96, No. 3, p. 119 – 128.
- 15.Wettstein, D. (1957): Chlorophyll – letale und der submikroskopische Formwechsel der Plastiden Exp. Cell Res.12, 427 – 487.

## Sadržaj kloroplastnih pigmenata, fenola i vitamina C u soku i celuloznom ostatku pšenične trave (*Triticumaestivum L.*)

### Sažetak

Poznato je kako je pšenična trava bogat izvor nutritivnih komponenti koje pozitivno utječu na zdravlje čovjeka. Cijeđenjem soka koristećisokovnik, izdvaja se celulozni ostatak koje se najčešće baca. Cilj istraživanja je bio utvrditi sadržaj kloroplastnih pigmenata, fenola i vitamina C u soku i celuloznom ostatku kod deset sorti pšenične trave te procijeniti koliki dio aktivnih komponenti zaostaje u celuloznom ostatku. U prosjeku za sve sorte, značajno više vrijednosti navedenih spojeva su utvrđene u celuloznom ostatku u usporedbi sa sokom. Utvrđena je i značajna razlika u sastavu navedenih spojeva između sorti pšenice. Najviši prosječni sadržaj klorofila a, karotenoida i fenola je utvrđen kod sorte Katarina, a najveći sadržaj klorofila b kod sorte Eurofit, a najveći sadržaj vitamina C kod sorte Pipi. Dobiveni podatci ukazuju da sorta značajno utječe na sve ispitivane parametre te da se bacanjem celuloznog ostatka gubi više od polovice ispitivanih biološki aktivnih spojeva.

**Ključne riječi:** pšenična trava, kloroplastni pigmenti, fenoli, vitamin C

## Floristički sastav korovne zajednice u soji (*Glycine max* (L.) Merr.) pri različitom razmaku sjetve

Darko Dimić<sup>1</sup>, Edita Štefanić<sup>2</sup>, Stefan Teofilović<sup>3</sup>,  
Sanda Rašić<sup>2</sup>, Ivan Štefanić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vukovarsko Srijemska županija, Glagoljaška 2, 32100 Vinkovci

<sup>2</sup>Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku,  
V. Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska, e-mail: estefanic@fazos.hr

<sup>3</sup>Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku,  
V. Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska, - student

### Sažetak

Tijekom trogodišnjeg istraživanja (2014. – 2016.) na području Vukovarsko-srijemske županije praćene su promjene u florističkom sastavu korovne zajednice u soji sijane s različitim razmakom sjetve (25 cm, 50 cm i 70 cm). U pokusu je korištena soja sorte Ika (srednje rana sorta) gdje su tijekom trajanja pokusa zabilježeno ukupno 34 korovne vrste. Manipulacija razmakom sjetve, kao mjera integriranog suzbijanja korova, utjecala je na floristički sastav korovne zajednice soje sijane s gustim sklopom (25 cm) u odnosu na onu sijanu na veći međuredni razmak.

**Ključne riječi:** korovi, soja, međuredni razmak sjetve

### Uvod

Soja je okopavinski usjev čiji se floristički sastav korovnih vrsta bitno ne razlikuje od korovne flore ostalih proljetnih okopavina (Menalled i sur., 2001., Legere i sur., 2005.). Većina korova niče zajedno ili prije nicanja soje i ukoliko se ne suzbijaju, soja može značajan dio sezone biti izložena njihovom negativnom utjecaju. Korovi koji se pojavljuju u proizvodnji soje konkuriraju uzgajanim biljkama za vodu i hraniva, a kasnije tijekom vegetacije i za svjetlo i prostor (Hrustić i sur., 2004.). Manipulacija razmakom sjetve pokazala se kao dobro oruđe u kontroli korova. Soja se kod nas češće sije na razmak sjetve 45-50 cm (Vratarić i Sudarić, 1988.), ali se može sijati i na širi (70 cm) ili čak uži međuredni razmak (25 cm), ovisno o grupi zriobe soje. Stoga je cilj ovih istraživanja proučiti razlike u florističkom sastavu soje sijane s različitim razmakom sjetve u agroekološkim uvjetima sjeveroistočne Hrvatske.

### Materijal i metode

Pokus je postavljen na obiteljskom gospodarstvu PTO "Zeleno polje" u naselju Mitnica smještenom na istočnom rubu grada Vukovara (45°20' N i 19°1'E). Istraživanje je trajalo tri vegetacijske sezone, od 2014. do 2016. godine. Soja sorte Ika (Poljoprivredni institut Osijek) sijana je na tri različita međuredna razmaka sjetve (25 cm, 50 cm i 70 cm) po slučajnom blok rasporedu u četiri ponavljanja za svaki od navedenih tretmana. Veličina osnovne parcele iznosila je 2,5 x 3,5 m.



Kvantitativna analiza korova u soji uključivala je za svaku korovnu vrstu izračun relativne abundancije (relativna gustoća po m<sup>2</sup> + relativna frekvencija /2 (Derksen i sur., 1993.)). S dobivenim podacima izrađena je krivulja Dominacije-raznolikosti (Whittaker, 1967.). Za kvalitativnu analizu florističkog sastava korištena je ordinacijska metoda direktne gradijentne analize tj. redundantna analiza (RDA) izračunata u statističkom programu CANOCO 5 (ter Break i Šmilauer, 2012.).

## Rezultati i rasprava

Tijekom trogodišnjeg istraživanja utvrđene su ukupno 34 korovne vrste u soji razvrstane u 19 porodica. Najbrojnije vrstama bile su porodice *Asteraceae* (7), *Poaceae* (4) i *Cichoriaceae* (3). Prema životnom ciklusu 16 je jednogodišnjih, 13 višegodišnjih, a 5 su bile dvogodišnje vrste. Floristički je najbogatija bila prva godina (2014) sa zabilježenih 26 vrsta, a zatim slijedi 2015. godina sa 18, dok je posljednje godine istraživanja evidentirano 15 korovnih vrsta. Dominantne korove u soji prikazuje Tablica 1. iz koje je vidljivo da su tijekom sve tri godine istraživanja i u svim međurednim razmacima sjetve prisutne bile jednogodišnje dvosupnice *Amaranthus retroflexus* i *Chenopodium album*, jednogodišnji travni korov *Setaria glauca* i višegodišnja travna korovna vrsta *Sorghum halepense*.

Tablica 1. Dominantni korovi u soji tijekom istraživanog razdoblja (2014. – 2016)

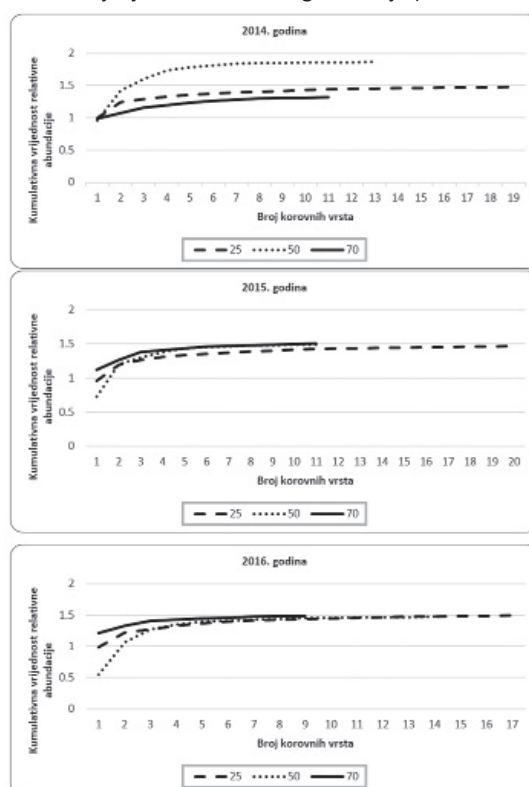
Međuredni razmak sjetve		
25 cm	50 cm	70 cm
<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>
-	<i>Ambrosiaartemisiifolia</i>	-
<i>Chenopodium album</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Chenopodium album</i>
<i>Chenopodium hybridum</i>	-	-
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	-
-	<i>Datura stramonium</i>	<i>Datura stramonium</i>
<i>Helianthus annuus</i>	-	<i>Helianthus annuus</i>
<i>Setaria viridis</i>	<i>Setaria viridis</i>	<i>Setaria viridis</i>
<i>Sorghum halepense</i>	<i>Sorghum halepense</i>	<i>Sorghum halepense</i>

Grafikon 1 prikazuje za svaku godinu istraživanja i svaki međuredni razmak sjetve krivulje dominacije-raznolikosti (eng. Rank Abundance Curve), konstruirane tako što se kumulativno ucrtava srednja vrijednost relativne abundancije svake od utvrđenih korovnih vrsta. Time je moguće istovremeno predočiti dvije komponente: broj vrsta i njihovu pojavnost. U ovom istraživanju je vidljivo da je brojčano najbogatija korovna zajednica u soji s razmakom sjetve od 25 cm, dok je pri širem međurednom razmaku sjetve (50 cm i 70 cm) zabilježeno mnogo manje korovnih vrsta. U zajednici se prve godine isticao višegodišnji travni korov *S. halepense* s gotovo podjednako vrijednošću relativne abundancije kod svakog međurednog razmaka sjetve. Međutim, u narednim godinama istraživanja dominira jednogodišnja dvosupnica *Chenopodium album*, te ona ima znatno više vrijednosti relativne abundancije kod međurednog razmaka sjetve od 50 i 70 cm. Tome u prilog govore i istraživanja Gramiga i Stoltenberga (2009) koji su utvrdili da *C. album* reagira na smanjenje kvalitete svjetla, te mu se također sposobnost regeneracije tijekom vegetacije linearno smanjuje sa smanjenjem razmaka sjetve (Yelverton i Coble, 1991.).

Nadalje, pored kvantitativnih razlika u bogatstvu vrsta i relativnoj abundanciji dominantnih korova u soji, uočljive su i kvalitativne razlike u florističkom sastavu između ispitivanih razmaka sjetve (Grafikon 2). Multivarijantnom statističkom analizom (RDA) utvrđene su signifikantne razlike u florističkom sastavu tijekom sve tri godine istraživanja. U prvoj godini je statistički značajan utjecaj razmaka sjetve

(pseuda  $F=9,6$ ;  $P=0,001$ ) bio vidljiv između korovne zajednice soje gustog sklopa od one sijane na širi međuredni razmak. Naredne godine su florističke razlike bile uočljive između međurednog razmaka sjetve od 70 cm, u odnosu na razmak sjetve 50 i 25 cm (pseuda  $F=13,9$ ;  $P=0,002$ ), dok su posljednje godine istraživanja, također zabilježene značajne razlike u florističkom sastavu korovne flore u soji sijane na uski međuredni razmak u odnosu na razmake sjetve od 50 i 70 cm (pseuda  $F=5,0$ ;  $P=0,002$ ).

Grafikon 1. Krivulje dominacije-rznolikosti za floristički sastav korovne zajednice u soji tijekom istraživanog razdoblja (2014. – 2016.)



Grafikon 2. Združeni prikaz vrijednosti relativne abundacije korovnih vrsta i međurednog razmaka sjetve soje tijekom istraživanja (2014. – 2016.) premaprve dvije RDA osi. Korovne vrste označene su pomoću Bayer-ovog koda, a kvadratići prikazuju centroide za međuredni razmak



## Zaključak

Tijekom trogodišnjeg istraživanja u soji na području Vukovarsko-srijemske županije utvrđens su ukupno 34 korovne vrste, među kojima su najbrojniji predstavnici porodica *Asteraceae*, *Poaceae* i *Cichoriaceae*. Prema životnim ciklusu u korovnoj zajednici soje prevladavaju jednogodišnji korovi (16), zatim dolaze višegodišnji (13), a samo 5 vrsta su dovogodišnje. Međuredni razmak sjetve soje (25 cm, 50 cm i 70 cm) utjecao je na florističke razlike unutar korovne zajednice. Vrstama je najbogatija korovna zajednica s međurednim razmakom sjetve od 25 cm, međutim vrijednosti relativne abundancije dominantnih korova *C. album* i *S. halepense*, veće su na parcelama sa širim međurednim razmakom (50 cm i 70 cm). Pored kvantitativnih razlika, zapažene su i kvalitativne razlike u florističkom sastavukorovne zajednice u soji sijane u gusti sklop u odnosu na onu sijanu na veći međuredni razmak.

## Literatura

1. Derksen, D.A., Lafond, G.P., Thomas, G.A., Loepky, H.A., Swanton, C.J. (1993): Impact of agronomic practices on weed communities: tillage systems. *Weed Science*, 41, 409-417.
2. Gramig, G.G., Stoltenberg, D.E. (2009): Adaptive responses of field-grown common lamb squarthers (*Chenopodium album*) to variable light quality and quantity environments. *Weed Science* 57, 271-280.
3. Hrustić, M., Vidić, D., Miladinović, J. (2004): Soja i stres. Naučni institut za ratarstvo i povrtlarstvo. Novi Sad, Zbornik radova, 40, 217-225.
4. Legere, A., Stevenson, F.C., Benoit, D.L. (2005): Diversity and assembly of weed communities: contrasting responses across cropping systems. *Weed Research* 45 (4), 303-315.
5. Menalled, F.D., Gross, K.L., Hammond, M. (2001): Weed above ground and seed bank community responses to agricultural management systems. *Ecological Applications*, 11 (6), 1586-1601.
6. ter Break, F.J.C., Šmilauer, P. (2012): Canoco Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide. Biometric, Wageningen, 496 pp.
7. Vratarić, M., Sudarić, A. (1988): Soja. *Glycinemax* (L.) Merr. Drugo izmjenjeno i dopunjeno izdanje, Osijek, 460 pp.
8. Whittaker, R.H. (1967): Gradient analysis of vegetation. *Biological Reviews*, 42, 207-264.
9. Yelverton, F.H., Coble, H.D. (1991): Narrow row spacing and canopy formation reduces weed resurgence in soy bean (*Glycinemax*). *Weed Technology* 5, 169-174.

## Floristic composition of soybean weed community (*Glycine max* (L.) Merr.) under different row-spacings

### Abstract

A three-year study (2014.- 2016.) was conducted on Vukovar-Srijem county to evaluate changes in floristic composition and weed community structure in soybean under different row-spacing (25cm, 50 cm, 70 cm). Soybean cultivar IKA (middle early variety) was sown in this experiment. A total of 34 weed species were recorded throughout the study. Manipulation with row spacing, as an integrated weed management approach (IWM), influenced on floristic composition of soybean. A clear difference in floristic structure appears between soybean sown in narrow rows compared to those sown in wide rows.

Key words:weeds, soybean, row-spacing

## Utjecaj konsocijacije nasada oraha (*Juglans regia* L.) i pšenice (*Triticum aestivum* L.) na trofičke grupe nematoda u tlu

Josipa Puškarić, Mirjana Brmež, Brigita Popović, Vladimir Ivezić

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, HR-31000, Osijek; e-mail:josipa.puskaric@fazos.hr

### Sažetak

U poljskom pokusu proučavan je utjecaj konsocijacije trajnog nasada oraha (*Juglans regia* L.) i pšenice (*Triticum aestivum* L.) na trofičke grupe nematoda u tlu. Uspoređivana su tri različita sustava proizvodnje, obradiva površina na kojoj je zasijana pšenica (P), trajni nasad oraha s prirodnom vegetacijom (O), te agrošumarski sustav trajnih nasada oraha s usijanom pšenicom (O+P). Uzorci za nematološke analize uzeti su s tri pokusne parcele, u tri različita vremena uzorkovanja i u četiri ponavljanja. Nematode su izdvojene iz 100 g tla, determinirane, te podijeljene u trofičke grupe. Tretman P utjecao je na porast bakterivora u odnosu na ostale tretmane. Kod drugih trofičkih grupa nije bilo statistički značajnih razlika. S obzirom na tretmane i vrijeme uzorkovanja, u trećem uzorkovanju smanjila se brojnost fungivora u tretmanima sa pšenicom (P i P+O). S obzirom na vrijeme uzorkovanja, neposredno prije žetve značajno se povećao postotak herbivora i predatora, a smanjio postotak fungivora s obzirom na druga dva vremena uzorkovanja. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se detaljnije razumjelo funkcioniranje zajednice nematoda unutar ovakvog agrošumarskog sustava.

**Ključne riječi:** agrošumarstvo, trajni nasad, obradiva površina, prirodna vegetacija, nematode

### Uvod

Zbog smanjenja poljoprivrednih površina uslijed urbanizacije i stalne tendencije povećanja populacije stanovništva na Zemlji, od iznimne je važnosti učinkovito koristiti raspoloživo poljoprivredno zemljište. Kao jedno od mogućih rješenja nudi se konsocijacija, kombinacija dviju ili više različitih kultura na istoj površini, drevna praksa korištena diljem Zemlje zbog mnogobrojnih prednosti nad monokulturnom proizvodnjom. Ovaj sustav uzgoja je održiv te je stoljećima korišten za kontrolu bolesti i štetnih organizama, povećanje prinosa, te rezultira boljom strukturom i plodnošću tla i manjom erozijom tla nego kod monokulturnih usjeva. (Federer, 1999.).

U višegodišnjim nasadima agrošumarska praksa može utjecati na učestalost pojavljivanja i brojnost štetočina te smanjiti štete na biljkama, i to kroz poboljšanu regulaciju prirodnih neprijatelja, ublažavanje mikroklimatskih oscilacija te povećanje dostupnosti hranjivih tvari u tlu i sadržaja vode (Pumariño i sur., 2015.).

Kako se povećava svijest o raznolikosti i ekološkom značaju nematoda, sve se više koriste kao pokazatelji biološke raznolikosti tla i održivosti agroekosustava, s općom pretpostavkom da je „više bolje“. Korištenje nematoda kao bioindikatora oslanja se na raspodjelu zajednice nematoda u tlu na trofičke grupe i njihove reproduktivne snage. Vrste u trofičkim skupinama razlikuju se po načinima ishrane i različitim odgovorima na okoliš (Yeates, 2003.).

Različita laboratorijska i terenska istraživanja pokazala su da nematode koje se hrane bakterijama (bakterivore) i gljivama (fungivore) igraju važnu ulogu u kruženju organske tvari u tlu hraneći se mikroorganizmima te time utječu na povećanje dostupnosti hranjivih tvari za biljke (Bardgett sur., 1999.). Bakterivore izravno pospješuju oslobađanje hranjivih tvari, ali i kroz održavanje populacije bakterija u tlu (De Ruiters sur., 1993.). Brojnost bakterivora može biti pokazatelj aktivnosti mikroorganizama i stope mineralizacije dušika faunom tla. Slobodno-živuće nematode doprinose do 27% raspoloživog dušika u tlu (Brmež i sur., Ekschmitt i sur., 1999.).

Cilj istraživanja je utvrditi utjecaj konsocijacije nasada oraha i pšenice na zajednicu nematoda u tlu tj. na postotak trofičkih grupanematoda u tlu kao dobrih bioindikatora „zdravlja tla“ i stabilnosti agroekosustava.

## **Materijal i metode**

### *Eksperimentalni materijal, poljski pokusi i uzorci*

Poljski pokus postavljen je u kolovozu 2017. godine u okolici Đakova, Osječko-baranjskoj županiji na tri pokusne parcele. Prva parcela pokusne površine od 1 ha predstavlja kontrolu (pšenica, P), dok je parcela trajnih nasada oraha starosti 9 godina (2.7 ha) podijeljena na dva dijela. U jednom dijelu je nakon predstajvene pripreme usijana pšenica (P+O), a drugi dio parcele je trajni nasad oraha prirodnom vegetacijom (O). Cjelokupna parcela od 2,7 ha sastoji se od 10 redova oraha, dužine 310 m, s međurednim razmakom od 8 m i razmakom unutar reda od 7 m. U četiri reda oraha pšenica je usijana u širini od 6 m. Korišteno je sjeme ekološke pšenice sorte Basmati. Pretkultura u tretmanu P bila je uljana repica.

Uzorci za nematološke analize prikupljeni su prije sjetve, 29.8.2017.(I), tijekom vegetacije pšenice, 12.4.2018. (II) i prije žetve 2.7.2018. (III), sveukupno 36 uzoraka.

Agronomske mjere uključivale su primjenu agrotehničkih mjera i sredstva za zaštitu bilja (NeemAzal TS) te gnojidbu prema pravilima za ekološku proizvodnju (Uredba komisije 889/2009 i Uredba Vijeća 834/2007) jer je u ekološkoj proizvodnji isključen utjecaj pesticida na zajednicu nematoda. U tretmanima P i P+O primijenjen je organski folijarni preparat za stimuliranje rasta i jačanje otpornosti pšenice na bazi mliječno kiselih bakterija, fotosintetskih bakterija, kvasaca, melase iz šećerne trske i vode.

### *Analiza trofičkih grupa nematoda u tlu*

Uzorci tla za nematološke analize uzeti su sondom na dubini tla od 0 do 30 cm. Izdvajanje nematoda iz tla obavljeno je Baermanovom metodom lijevaka (Van Bezooijen, 2006.) u Laboratoriju za nematologiju, Centralnom laboratoriju za fitomedicinu Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek. Nematode su zatim prebrojane pod stereozoom lupom (Olympus BX 16), te nakon sedimentacije pripremljene u polutrajne preparate za determinaciju do roda koja je obavljena pod stereozoom mikroskopom (Olympus BX 50) (Van Bezooijen, 2006.).

Analiza nematoda obuhvaća analizu trofičkih grupa nematoda (Yeates i sur., 1993). U svakom uzorku, iz 100 g tla, determinirano je minimalno 100 nematoda do roda ili sve nematode u uzorku u kojem ih je bilo manje od 100. Nematode su izmjerene pomoću DPSOft programa, a determinirane po ključevima: Andrassy, 2005., 2007. i 2009.; Bongers, 1994; Mai i Lyon, 1975.

Podaci su obrađeni prema dvofaktorijalnom pokusu s četiri ponavljanja. Statističke analize rađene su pomoću SAS programa (SAS® 9.3 Software, 2011).

## Rezultati i rasprava

U poljskom pokusu proučavan je utjecaj konsocijacije trajnih nasada oraha i pšenice na zajednicu nematoda u tlu analiziranjem postotka trofičkih grupa nematoda, dobrih dinamičkih pokazatelja stanja agroekosustava. Nematode tla na trofičkoj razini pripadaju najčešće u pet različitih grupa: bakterivore, fungivore, herbivore (fitoparazitske), omnivore te predatori (Yeates i sur., 1993.). Uspoređeni sutri tretmana: P, P+O i O. U tablici 1. vidljiva je utvrđena značajna statistička razlika u postotku bakterivora kod tretmana P u odnosu na preostala dva tretmana (P+O i O). Veći udiobakterivora može biti povezan s biljnim pokrovom. Ferris i Matute (2003.) utvrdili su da se bez kontinuiranih nadopuna organskom tvari, razgradnja organske tvari u tlu odvija većinom pomoću gljiva. U tradicionalnim meksičkim farmama (milpama) povećala se brojnostbakterivora s koncentracijom organske tvari u tlu, dok se s povećanjem organske tvari smanjila brojnost fungivora (Diemont i Martin, 2005.). S obzirom da se u ovom pokusu radi o ekološkoj proizvodnji, organski bio preparat bio je primijenjen folijarno na tretmanima s pšenicom (P, P+O), te se može vidjeti da se udio bakterivora povećao u P+O u odnosu na sam nasad oraha (Tablica 1.) i na početno stanje P+O (Grafikon 1.).

Tablica 1. Utjecaj tretmana na postotak trofičkih grupa nematoda

Tretmani	Bakterivore	Fungivore	Herbivore	Omnivore	Predatori
P	51,53 <sup>A</sup>	26,78 <sup>A</sup>	15,06 <sup>A</sup>	5,62 <sup>A</sup>	1,01 <sup>A</sup>
P + O	40,96 <sup>B</sup>	24,79 <sup>A</sup>	24,26 <sup>A</sup>	9,31 <sup>A</sup>	0,68 <sup>A</sup>
O	37,6 <sup>B</sup>	32,79 <sup>A</sup>	21,79 <sup>A</sup>	6,69 <sup>A</sup>	1,13 <sup>A</sup>

Statistički značajne razlike ( $P \leq 0,05$ ) označene su različitim slovima unutar stupca

Organski folijarni bio preparat za stimuliranje rasta i jačanje otpornosti pšenice mogao je utjecati na zajednicu nematodajer potiče razgradnju organske tvari. U istraživanju koje su proveli Arancon i sur. (2003.) utvrđeno je kako se zajednica nematoda nije promijenila s ukupnom koncentracijom organske tvari u tlu, koja se povećala kroz faze sukcesije polja (od travnatih do šumskih) nego je bila pod utjecajem relativnih količina labilne organske tvari u tlu, te se time odgađala sukcesija. U sekundarnim fazama sukcesije šuma, put degradacije odvijao se gljivičnim putevima, za razliku od bakterijskog puta u primarnim fazama sukcesije (Diemont i Martin, 2005.). Kod drugih trofičkih grupa nije bilo statistički značajnih razlika s obzirom na tretmane. U Grafikonu 1. prikazani su postotci trofičkih grupa po tretmanima i vremenu uzrokovanja, te se u 3. uzorkovanju javlja statistička značajnost kod fungivora s obzirom na tretmane.

Tablica 2. Utjecaj vremena uzorkovanja na postotak trofičkih grupa nematoda

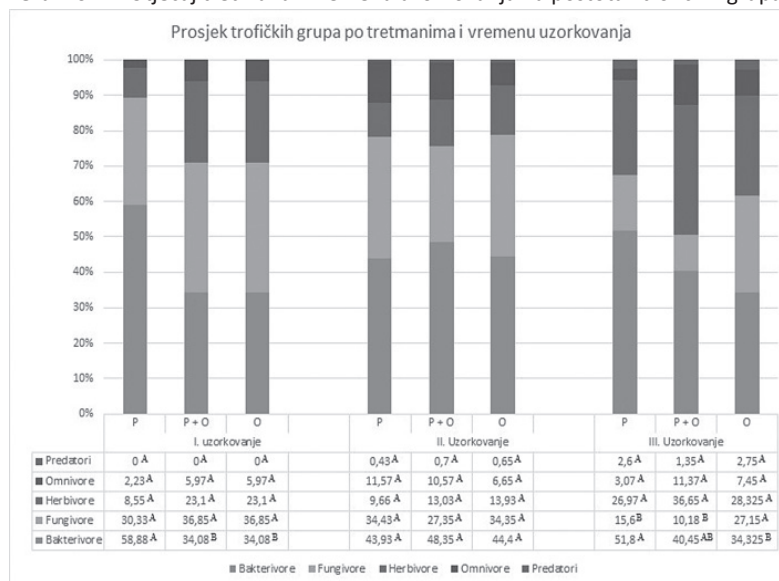
Uzorkovanje	Bakterivore	Fungivore	Herbivore	Omnivore	Predatori
I.	42,34 <sup>A</sup>	34,68 <sup>A</sup>	18,25 <sup>B</sup>	4,73 <sup>A</sup>	0 <sup>B</sup>
II.	45,56 <sup>A</sup>	32,05 <sup>A</sup>	12,2 <sup>B</sup>	9,6 <sup>A</sup>	0,59 <sup>B</sup>
III.	42,19 <sup>A</sup>	17,64 <sup>B</sup>	30,64 <sup>A</sup>	7,3 <sup>A</sup>	2,23 <sup>A</sup>

Statistički značajne razlike ( $P \leq 0,05$ ) označene su različitim slovima unutar stupca

S obzirom na vrijeme uzorkovanja i faze vegetacije pšenice, u razdoblju neposredno prije žetve značajno se povećao postotak herbivora i predatora, a smanjio postotak fungivora s obzirom na druga dva vremena uzorkovanja (Tablica 2.). U istraživanjima Gomesa i sur. (2003.) fluktuacija populacije herbivorapovezana je s rastom i razvojem biljaka na poljima (povećana dostupnost hrane) dok je fluktuacija bakterivorapovezana s povremenim promjenama dostupnosti vode u

tlu, a fungivora s populacijom gljivica koje razgrađuju korijenje u tlu nakon žetve. Omnivorese povezuju s količinom oborina i stabilnosti agroekosustava, bez ljudskih intervencija, dok se predatore povezuje s količinom fungivora. U ovom istraživanju predatori su se počeli pojavljivati tek u drugom uzorkovanju, kad je počeo opadati postotak fungivora, no u trećem uzorkovanju najveći postotak fungivora je u tretmanu O, kao inajveći postotak predatora, dijelom zbog toga što je u tretmanu O bilo najmanje uznemirenja (Grafikon 1.). Najmanji udio omnivora, najboljih pokazatelja stabilnosti ekosustava, bilo je u tretmanu P (Tablica 1.). Daljnja istraživanja su potrebna da bi se detaljnije razumjelo funkcioniranje zajednice nematodaunutaragrošumarskog sustava.

Grafikon 1. Utjecaj tretmana i vremena uzorkovanja na postotak trofičkih grupa



Statistički značajne razlike ( $P \leq 0,05$ ) označene su različitim slovima unutar stupca

## Zaključak

Veći udio bakterivora u zajednici nematoda u tretmanu P može biti povezan s biljnim pokrovom i povećanom razgradnjom organske tvari bakterijskim putem, posebice nakon primjene organskog folijarnog preparata za stimuliranje rasta i jačanje otpornosti pšenice koji je mogao utjecati na zajednicu nematoda jer je izvor labilne organske tvari koja stimulira razvoj bakterija te time i nematoda koje se hrane njima. Omjer fungivora je veći u zajednici nematoda pod nasadom oraha, jer se u stabilnijim sustavima razgradnja organske tvari u tlu odvija gljivičnim putem. S obzirom na vrijeme uzorkovanja i faze vegetacije pšenice, u razdoblju neposredno prije žetve značajno se povećao postotak herbivora i predatora, a smanjio postotak fungivora s obzirom na druga dva vremena uzorkovanja. Populacija herbivora u tlu usko je povezana s rastom i razvojem biljke domaćina jer se hrane na korijenskom sustavu i ostalim dijelovima biljke. Potrebno je nastaviti istraživanje kako bi se bolje razumjela struktura zajednice nematoda u agrošumarskom sustavu.

## Zahvale

Zahvaljujemo se Hrvatskoj zakladi za znanost na financiranju projekta UIP-2017-05, 7103, AGRO-INNOVA te OPG-u Jela Paponja na velikoj pomoći oko pokusa.

## Literatura

1. Andrásy, I. (2005): Free-living nematodes of Hungary (Nematoda errantia) Volume I, Hungarian National History Museum, Budapest, Hungary.
2. Andrásy, I. (2007): Free-living nematodes of Hungary (Nematoda errantia) Volume II, Hungarian National History Museum, Budapest, Hungary.
3. Andrásy, I. (2009): Free-living nematodes of Hungary (Nematoda errantia) Volume III, Hungarian National History Museum, Budapest, Hungary.
4. Arancon, N. Q., Galvis, P., Edwards, C., Yardim, E. (2003): The trophic diversity of nematode communities in soils treated with vermicompost: The 7th international symposium on earth worm ecology- Cardiff- Wales- 2002. *Pedobiologia*, 47(5-6), 736-740.
5. Bardgett, R. D., Cook, R., Yeates, G. W., & Denton, C. S. (1999). The influence of nematodes on below-ground processes in grass land ecosystems. *Plant and Soil*, 212(1), 23-33.
6. Bongers, T. (1994): De Nematoden van Nederland. KNNV-bibliotheekuitgave 46. 408. Pirola, Schoorl.
7. Brmež, M., Puškarić, J., Siber, T., Raspudić, E., Grubišić, D., Popović, B. (2018): Influence of liquid chicken manure preparation on soil health and agrochemical soil properties. *Poljoprivreda*, 24(1), 3-9.
8. De Ruiter, P. C., Moore, J. C., Zwart, K. B., Bouwman, L. A., Hassink, J., Bloem, J., De Vos J. A., Marinissen, J. C. Y., Didden, W. A. M., Lebrink, G., Brussaard, L. (1993): Simulation of nitrogen mineralization in the below-ground food webs of two winter wheat fields. *Journal of Applied Ecology*, 95-106.
9. Diemont, S. A., Martin, J. F. (2005): Management impacts on the trophic diversity of nematode communities in an indigenous agroforestry system of Chiapas, Mexico. *Pedobiologia*, 49(4), 325-334.
10. Ekschmitt, K., Bakonyi, G., Bongers, M., Bongers, T., Boström, S., Dogan, H., Harrison, A., Kallimanis, A., Nagy, P., O'Donnell, A.G., Sohlenius, B., Stamou, G.P., Wolters, V. (1999): Effects of the nematofauna on microbial energy and matter transformation rates in European grass land soils. *Plant and Soil*, 212(1), 45-61.
11. Federer, W. T. (1999): Statistical design and analysis for intercropping experiments: Volume 1: Two-crops. Springer Science & Business Media. 261
12. Ferris, H., Matute, M. M. (2003): Structural and functional succession in the nematode fauna of a soil-food web. *Applied Soil Ecology*, 23(2), 93-110.
13. Gomes, G. S., Huang, S. P., Cares, J. E. (2003): Nematode community, trophic structure and population fluctuation in soy bean fields. *Fitopatologia brasileira*, 28(3), 258-266.
14. Mai, W. F., Lyon, H. H. (1975): Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes (No. 4th Ed. (revised)). Cornell University Press.
15. Pumariño, L., Sileshi, G. W., Gripenberg, S., Kaartinen, R., Barrios, E., Muchane, M. N., Midega, C., Jonsson, M. (2015): Effects of agroforestry on pest, disease and weed control: a meta-analysis. *Basic and Applied Ecology*, 16(7), 573-582.
16. Uredba komisije (EZ) br. 889/2008 od 5. rujna 2008. o detaljnim pravilima za provedbu Uredbe Vijeća (EZ) br. 834/2007 o ekološkoj proizvodnji i označivanju ekoloških proizvoda s obzirom na ekološku proizvodnju, označivanje i kontrolu. (<https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0889&from=EN>)
17. Uredba vijeća (EZ) br. 834/2007 od 28. lipnja 2007. o ekološkoj proizvodnji i označivanju ekoloških proizvoda i stavljanju izvan snage Uredbe (EEZ) br. 2092/91 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0834&from=EN>)
18. Van Bezooijen, J. (2006): Methods and techniques for nematology. Wageningen, Netherlands: Wageningen University, 120.
19. Yeates, G. W. (2003): Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects. *Biology and Fertility of Soils*, 37(4), 199-210.
20. Yeates, G. W., Bongers, T. D., De Goede, R. G. M., Freckman, D. W., Georgieva, S. S. (1993): Feeding habits in soil nematode families and genera-an outline for soil ecologists. *Journal of nematology*, 25(3), 315.



## Influence of intercropping of wheat in walnut orchards on the nematode trophic groups in the soil

### Abstract

In this field experiment, the influence of intercropping of wheat in walnut orchards on the nematode trophic groups in the soil was studied. Three different systems have been studied, the cultivated area with wheat (P), walnut orchards covered with natural vegetation (O), and agroforestry system with walnuts and wheat (O + P). Samples for nematological analyses were collected from three experimental plots on three different sampling times and in four replications. The nematodes are separated from 100 g of soil, determined, and separated into trophic groups. Treatment P influenced the growth of bacterivores compared to other treatments. There were no statistically significant differences found between other trophic groups. Considering both treatments and sampling times, the number of fungivores in wheat (P and P + O) decreased in the third sampling. Considering the sampling times, the percentage of herbivore and predators increased significantly while the percentage of fungivores decreased just before the harvest compared to the other two sampling times. Further research is needed in order to understand better the functioning of the nematode community structure within this agroforestry system.

**Keywords:** agroforestry, orchard, cultivated area, natural vegetation, nematodes

## Laboratory assessment of selected wild plant species allelopathic potential on germination and growth of lettuce (*Lactuca sativa*)

Marija Ravlić<sup>1</sup>, Renata Baličević<sup>1</sup>, Pavo Lucić<sup>1</sup>, Željka Vinković<sup>1</sup>,  
Eva-Lorena Pranjković<sup>2</sup>, Danica Brnjic<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek, J.J. Strossmayer University of Osijek,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatiae-mail: mravlic@pfos.hr

<sup>2</sup>Student, Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek

### Abstract

The aim of the study was to determine allelopathic potential of wild plant species on germination and growth of lettuce. Effect of 5% concentration water extracts prepared from stem and leaf of eight plant species belonging to different families were evaluated in laboratory experiment. The results showed that the majority of extracts reduced germination of lettuce seeds. Significant decrease in seedlings root and shoot length was also observed, especially in treatments with *Chenopodium album* stem and leaf extracts. Fresh weight of seedlings was reduced in all treatments from 32.2% with *Oenothera biennis* stem extract up to 100% with *C. album* extracts. On average, leaf extracts had greater negative effect compared to stem extracts on all measured parameters.

**Key words:** allelopathy, wild flora, water extracts, lettuce, *Chenopodium album*

### Introduction

Allelopathy represents direct or indirect, positive or negative effect of one plant species on growth and development of the other through the secretion of chemical substances (allelochemicals) into the environment (Rice, 1984; Fujii et al., 2003). The presence of allelochemicals is confirmed in all plant parts (Rice, 1984; Sunar et al., 2009), and allelochemicals are released into the environment by root exudation, evaporation, leaching and decomposition of plant biomass (Dayan et al., 2000). Allelopathic effect depends on various factors: plant donor and plant receptor, plant part, method of release of allelochemicals (extracts, residues) and their concentration or dosage (Norsworthy, 2003; Kadioğlu and Yanar, 2004; Marinov-Serafimov, 2010; Alipour et al., 2013; Ravlić et al., 2015). Numerous plant species possess allelopathic potential, both cultivated and wild (Fujii et al., 2003; Kadioğlu and Yanar, 2004; de Albuquerque et al., 2011; Mardani et al., 2016). Negative phytotoxic potential of allelopathic plant species towards weeds could be used as alternative method in weed control either as a supplementary measure in integrated pest management systems in order to minimize impact of chemical herbicides or in organic production systems where chemical weed control is not allowed (Khalid et al., 2002, Narwal, 2010). Laboratory experiments are often the first step in the evaluation of allelopathic potential and are used as preliminary tests for further studies since they are simple, fast and allow screening

of large number of species (Wu et al., 2001). As test species, lettuce seeds are usually selected due to their fast germination and sensitivity to allelochemicals (Kruse et al., 2000).

The aim of the research was to evaluate allelopathic potential of wild plant species from different plant families on germination and growth of lettuce.

### Material and methods

Aboveground biomass of eight plant species was collected at flowering stage (Hess et al., 1997) from mainly ruderal habitats in Osijek-Baranja County (Table 1). In the laboratory, the aboveground biomass of specimens with no visible mechanical damages or diseases was separated to stem and leaf. Plant parts were air-dried on laboratory benches and after that oven dried at 70 °C for 72 hours. Dry plant parts were cut into small pieces, ground into fine powder and stored in paper bags until use.

Table 1. List of plant species used in the experiment

Species name	Family	Location
<i>Aristolochia clematitis</i> (L.) – birthwort	Aristolochiaceae	forest edge
<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv. – hoary cress	Brassicaceae	roadside
<i>Chenopodium album</i> L. – lamb's quarters	Chenopodiaceae	edge of agricultural fields
<i>Hypericum perforatum</i> L. – common St. John's-worth	Clusiaceae	meadow
<i>Linaria vulgaris</i> Mill. – common toadflax	Scrophulariaceae	edge of agricultural fields
<i>Oenothera biennis</i> L. – common evening-primrose	Onagraceae	abandoned yard near railway
<i>Papaver rhoeas</i> L. – common poppy	Papaveraceae	next to railway
<i>Viola arvensis</i> Murray – field pansy	Violaceae	next to railway

Water extracts were prepared according to Norsworthy (2003) for each plant species and plant part by mixing 50 grams of plant powder with 1000 ml of distilled water. The mixtures were kept for 24 hours at 22 ( $\pm$  2) °C, after which were filtered through muslin cloth to remove debris and after filter paper to obtain 5% water extracts.

Lettuce (cv. Majska kraljica) was used as test species in the experiment. Lettuce seeds were surface-sterilized for 20 min with 1% NaOCl then rinsed with distilled water (Siddiqui et al., 2009) prior to the experiment.

The experiment was conducted under laboratory conditions using Petri dishes with all treatments having four replications, and was repeated twice. Each treatment consisted of 30 seeds of lettuce placed on filter paper moistened with 3 ml of extract. Distilled water was used in the control treatment. The seeds were germinated for seven days at 22 ( $\pm$  2) °C.

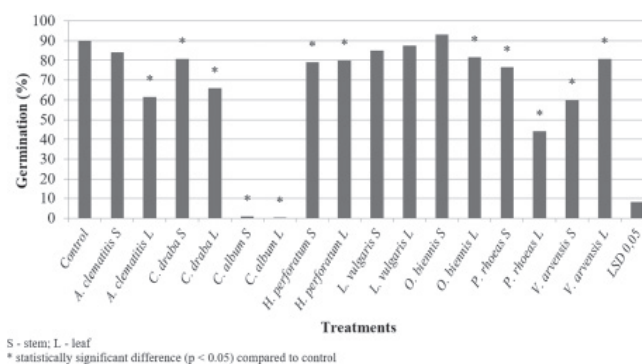
Allelopathic effect of water extracts was evaluated at the end of experiment through number of germinated seeds, root and shoot length (cm) and fresh weight (g/mg) of seedlings. The collected data were analysed statistically with ANOVA and differences between treatment means were compared using the LSD-test at probability level of 0.05.

### Results and discussion

Water extracts of wild plant species variously affected germination of lettuce, with 12 treatments showing significant inhibitory effect (Graph 1). Extracts of both *C. album* stem and leaf had the greatest negative effect and significantly reduced germination compared to control for

99.1% and 100%, respectively. According to Marinov-Serafimov (2010) considerable reduction in germination of pea, soybean and vetch was recorded with *C. album* water extract both from fresh and dry aboveground biomass. Regarding chemical constituents, *C. album* was reported to contain phenols, tanins, alkaloids, oxalates and many other bioactive compounds (Al-Snafi, 2015). Contrary, KadiogluYanar (2004) reported positive effect of *C. album* on germination of *Abutilon theophrasti* Medik. and *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl.

The results of the experiment also revealed substantial seed germination decrease in treatment with *P. rhoeas* leaf extract (50.8%). Allelopathic effect of field poppy was reported by Ravić (2015), however negative potential depended on extract concentration, plant part, whether fresh or dry plant biomass was used and of test species.



Graph 1. Allelopathic effect of water extracts on germination (%) of lettuce seeds

Both significant inhibitory and stimulatory effects of extracts were recorded on growth of lettuce seedlings (Table 1).

Table 1. Allelopathic effect of water extracts on seedlings length (cm) and fresh weight (mg) of lettuce

Treatment	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Fresh weight (mg)
Control	1.76	2.30	15.92
<i>A. clematitis</i> S	0.12*	1.09*	6.30*
<i>A. clematitis</i> L	1.02*	0.82*	7.02*
<i>C. draba</i> S	0.36*	1.39*	7.82*
<i>C. draba</i> L	0.25*	0.75*	4.53*
<i>C. album</i> S	0.0*	0.0*	0.0*
<i>C. album</i> L	0.0*	0.0*	0.0*
<i>H. perforatum</i> S	1.55	2.75*	10.55*
<i>H. perforatum</i> L	0.80*	2.20	9.49*
<i>L. vulgaris</i> S	0.86*	2.48	10.27*
<i>L. vulgaris</i> L	0.90*	2.13	9.48*
<i>O. biennis</i> S	0.68*	2.52	10.80*
<i>O. biennis</i> L	0.66*	1.89	8.70*
<i>P. rhoeas</i> S	0.26*	1.68*	8.76*
<i>P. rhoeas</i> L	0.14*	0.76*	6.28*
<i>V. arvensis</i> S	1.42	1.49*	7.66*
<i>V. arvensis</i> L	0.38*	1.97	9.78*
LSD 0.05	0.39	0.43	1.38

S – stem; L – leaf; \* statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) compared to control

On average, extracts had higher inhibitory effect on root length and fresh weight of seedlings compared to shoot length. The greatest negative effect was recorded in treatments with *C. album* extracts where growth of seedlings was completely (100%) reduced. *C. draba* extracts, especially leaf, reduced root and shoot length and fresh weight of seedlings up to 85.8%, 67.4% and 71.5%, respectively. Kiemnec and McInnis (2002) observed reduction in root length of winter wheat, alfalfa and forage grasses in treatments with *C. draba* dry root extract. Negative allelopathic effect is possible due to presence of numerous compounds in plant biomass. According to Sharifi-Rad et al. (2015) *C. draba* leaf and stem extracts contain 16 phenolic compounds, while phytochemical analysis of above ground biomass of *C. draba* conducted by Bicha et al. (2016) revealed presence of alkaloids, saponins, flavonoids, tanins, terpenoids and sterols.

Extracts made from plant parts of *L. vulgaris* and *O. biennis* reduced root length and fresh weight of seedlings, but had no effect on shoot length. Similarly, *H. perforatum* extracts significantly decreased fresh weight of seedlings, however stem extracts showed stimulatory effect on shoot length (19.6%). Mardani et al. (2016) in their study showed inhibitory effect of *H. perforatum* leaves on root length, while shoot growth was not affected or was stimulated.

Regarding plant parts, leaf extracts on average had greater negative effect on all measured parameters compared to stem extracts. Leaves usually possess the greatest allelopathic potential (Ravlić, 2015), however depending on the plant species other plant parts may exhibit stronger activity (Azizi et al., 2009).

## Conclusion

Water extracts showed different effect on germination and growth of lettuce seedlings, however each extract reduced at least one of the measured parameters. Overall, the greatest inhibitory effect was recorded in treatments with *C. album* stem and leaf extracts, and *P. rhoeas* and *C. draba* leaf extracts.

## Literature

1. de Albuquerque, M.B., dos Santos, R.C., Lima, L.M., Melo Filho, P.A., Nogueira, R.J.M.C., da Câmara, C.A.G., Ramos, A.R. (2011): Allelopathy, an alternative tool to improve cropping systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 31(2), 379-395.
2. Alipour, S., Farshadfar, E., Amiran, M., Montazeri, M. (2013): The effect of St John's wort (*Hypericum perforatum*) extract on the weeds of corn (*Zea mays* L.) under laboratory condition. *Annals of Biological Research*, 4(6), 23-28.
3. Al-Snafi, A.E. (2015): The chemical constituents and pharmacological effects of *Chenopodium album* – An overview. *International Journal of Pharmacological Screening Methods*, 5(1), 10-17.
4. Azizi, M., Amini, S., Joharchi, M.R., Oroojalian, F., Baghestani, Z. (2009): Genetic resources for allelopathic and medicinal plants from traditional Persian experience. In: MARCO Symposium (Challenges for Agro-Environmental Research in Monsoon Asia), Tsakuba, Japan.
5. Bicha, S., Benmekhebi, L., Boubekri, N., Khellaf, R., Brouard, I., Zama, D., Benayache, S., Benayache, F. (2016): Compositional study, antibacterial and antioxidant potential of *Lepidium draba* L. (Brassicaceae). *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(2), 283-287.
6. Dayan, F.E., Romagni, J.G., Duke, S.O. (2000): Investigating the mode of action of natural phytotoxins. *Journal of Chemical Ecology*, 26, 2079-2094.
7. Fujii, Y., Parvez S.H., Parvez, M.S., Ohmae, Y. and Iida, O. (2003): Screening of 239 medicinal plant species for allelopathic activity using the sandwich method. *Weed Biology and Management*, 3(4), 233-241.
8. Hess, M., Barralis, G., Bleiholder, H., Buhr, H., Eggers, T., Hack, H., Stauss, R. (1997): Use of the extended BBCH scale – general for the description of the growth, stages of mono- and dicotyledonous species. *Weed Research*, 37, 433 – 441.

9. Kadioğlu, I., Yanar, Y. (2004): Allelopathic effects of plant extracts against seed germination of some weeds. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(4), 472-475.
10. Khalid, S., Ahmad, T., Shad, R.A. (2002): Use of allelopathy in agriculture. *Asian journal of Plant Sciences*, 1(3), 292-297.
11. Kiemnec, G.L., McInnis, M.L. (2002): Hoary cress (*Cardariadraba*) root extract reduces germination and root growth of five plant species. *Weed Technology*, 16(1), 231-234.
12. Kruse, M., Strandberg, M., Strandberg, B. (2000): Ecological effects of allelopathic plants – a Review. Silkeborg: National Environmental Research Institute.
13. Mardani, H., Kazantseva, E., Onipchenko, V., Fujii, Y. (2016): Evaluation of allelopathic activity of 178 Caucasian plant species. *International Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(1), 75-81.
14. Marinov-Serafimov, P. (2010): Determination of allelopathic effect of some invasive weed species on germination and initial development of grain legume crops. *Pesticides and Phytomedicine*, 25 (3), 251-259.
15. Narwal, S.S. (2010): Allelopathy in ecological sustainable organic agriculture. *Allelopathy Journal*, 25(1), 51-72.
16. Norsworthy, J. K. (2003): Allelopathic potential of wild radish (*Raphanusraphanistrum*). *Weed Technology*, 17, 307-313.
17. Ravlić, M. (2015): Alelopatsko djelovanje nekih biljnih vrsta na rast i razvoj usjeva i korova (Doctoral thesis). Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek. pp. 147.
18. Rice, E.L. (1984): Allelopathy. Academic Press, London. 422.
19. Sharifi-Rad, J., Hoseini-Alfatemi, S.M., Sharifi-Rad, M., Taxeira da Silva, J., Rokni, M., Sharifi-Rad, M. (2015): Evaluation of biological activity and phenolic compounds of *Cardariadraba* (L.) extracts. *Journal of Biology and Today's World*, 4(9), 180-189.
20. Siddiqui, S., Bhardwaj, S., Khan, S. S., Meghvanshi, M. K. (2009): Allelopathic effect of different concentration of water extract of *Prosopisjuliflora* leaf on seed germination and radicle length of wheat (*Triticum aestivum* Var-Lok-1). *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 4 (2), 81-84.
21. Sunar, S., Aksakal, O., Yildirim, N., Agar, G. (2009): Determination of genotoxic effects of *Verbascum-speciosum* Schrad. extracts on corn (*Zea mays* L.) seeds. *Romanian Biotechnological Letters*, 14(6), 4820-4826.
22. Wu, H., Pratley, J., Lemerle, D., Haig, T., An, M. (2001): Screening methods for the evaluation of crop allelopathic potential. *The Botanical Review*, 67 (3), 403-415.

## Laboratorijska procjena alelopatskog potencijal odabranih samoniklih biljnih vrsta na klijavost i rast salate (*Lactuca sativa*)

### Sažetak

Cilja rada bio je utvrditi alelopatski potencijal samoniklih biljnih vrsta na klijavost i rast salate. Utjecaj vodenih ekstrakata koncentracije 5%, pripremljenih od stabljike i lista osam vrsta iz različitih biljnih porodica, istražen je u laboratorijskom pokusu. Rezultati su pokazali da je većina ekstrakata smanjila klijavost sjemena salate. Značajno smanjenje duljine korijena i izdanka klijanaca također je zabilježeno, posebice u tretmanima s ekstraktima stabljike i lista vrste *Chenopodium album*. Svježa masa klijanaca smanjena je u svim tretmanima, od 32,2% s ekstraktom stabljike vrste *Oenothera biennis* do 100% s ekstraktima vrste *C. album*. U prosjeku, ekstrakti lista imali su veći negativni utjecaj u usporedbi s ekstraktima stabljike na sve mjerene parametre.

**Ključne riječi:** alelopatija, samonikla flora, vodeni ekstrakti, salata, *Chenopodium album*

## Insecticidal efficacy of rapeseed extract in lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica* Fab.) suppression

Pavo Lucić<sup>1</sup>, Vlatka Rozman<sup>1</sup>, Anita Liška<sup>1</sup>, Renata Baličević<sup>1</sup>, Ivan Paponja<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, J.J. Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia; e-mail: plucic@fazos.hr

<sup>2</sup>Student of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, J.J. Strossmayer University of Osijek

### Abstract

Lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica* Fab.) is a storage pest of the Bostrichidae family. Insecticidal efficacy of rapeseed (*Brassica napus* L.) extract was investigated on four types of surfaces: ceramics, glass, treated and raw wood. Mortality rate of lesser grain borer was observed through three different exposures (4, 24 and 48 h) with the aim of determining the influence on insecticidal activity regarding different surfaces and exposures. The highest mortality rate was achieved on glass surface at the highest exposure (48 h) which was significantly higher in comparison with other surfaces. Given that the insecticidal effect was achieved on all surfaces, particularly satisfactory on glass surface, the rapeseed extract has a high potential in suppressing storage insects.

**Keywords:** Rapeseed, lesser grain borer, extract, insecticidal potential, surface

### Introduction

Today's tendencies in agricultural production and plant protection are focused on reducing the use of chemical insecticides. Regardless of the high efficacy of chemical insecticides they cause a number of negative effects such as pest resistance, environmental pollution and negative impact on non-target organisms (Ducom, 2012). Use of chemical pesticides cannot be completely eliminated but new non-chemical agents with equal effect can be developed which should be emphasized. It is known that storage insects relatively quickly gain resistance to chemical pesticides such as fumigants so there is a great and urgent need to develop new natural insecticides, preferably with multiple mechanisms of action to reduce pest resistance (Dal Bello et al., 2017). One of the most common pest in storages is the lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (Fab.) (Bostrichidae: Coleoptera), it is a very important insect as it is destructive as both larval and adult stage (Toews et al., 2000). The adults are not very agile but they migrate very much thus causing rigorous losses of grain quantity and quality (Atwal, 1994). Furthermore, infested grain is then susceptible to secondary pests and fungi (Mukherjee and Nandi, 1993; Ahmad et al., 2016). Investigations were carried out with the aim to test rapeseed extracts against lesser grain borer.

## Material and methods

Rape seed (*Brassica napus* L.) was collected in the area of Osijek-Baranja county and Vukovar-Srijem county. The collected material was dried in a laboratory dessicator. After drying, the seeds were milled in laboratory ball mill Retsch® PM 100 which is suitable for grinding plant parts to fine particles. Plant extracts were prepared separately on the basis of water and alcohol (2-propanol) in the following manner: rapeseed powder with particle size up to 150 µm mixed with water (70-80 °C) and mixed with 2-propanol respectively. The mixing ratio (g:ml) of both plant powder with water and plant powder with 2-propanol depended on the obtained consistency of the extract. The goal was to get a 'soft paste'. The extraction was performed in high glass containers and lasted 4 days. Every 24 h the extract was stirred with glass sticks to prevent the separation of solvent from plant powder. Thereafter, the extracts were sifted twice through a sieve with an opening of 150 µm. Finally the water extract and alcohol extract were mixed together in a ratio of 1:1. Rape-seed extract was applied with Kartell micropipette at a concentration of 20 ml m<sup>-2</sup> on four different surfaces: glass, ceramic plates, raw wood and treated wood. After application, the extracts were brush-dispersed in a thin layer on a surface of 78.54 cm<sup>2</sup> per sample, and after 60 s of application 20 adults (Lesser grain borer) of both sexes were introduced per treatment. The treated area was covered with Petri dishes with appropriate dimension to keep the insects on the treated surface. The control treatment was set without the application of extract with the same number of adults. Mortality rate was determined through three different exposures: 4, 24 and 48 h after the introduction of insects. Test insects were bred under controlled conditions (29±1 °C; 70-80 % RH; in darkness) on wheat with 13.5 % moisture content. The results of the experiment were statistically analyzed by one-way ANOVA with SAS/STAT Software 9.3 (2013-2014), with the relevant test of significance (LSD test, probability level of 0.05).

## Results and discussion

The results of the tested rapeseed extract on four different surfaces (ceramic plates, treated wood, raw wood and glass) indicate different insecticidal activity on lesser grain borer depending on the type of surface and exposure. The highest mortality rate (58.3 %) was achieved at the longest exposure (48 h) on glass surface, significantly higher than on treated wood (13.3 %), ceramic plates (8.3 %) and raw wood (3.3 %). Mortality rate on glass surface was also significantly higher than on other surfaces at the exposure of 24 h, while there was no significantly different mortality rate at the shortest exposition (4 h) comparing all surfaces. Mortality rate was the highest on ceramic plates (8.3 %) at the exposure of 4 h but it did not change by prolonging the exposure. Significantly higher mortality rate was achieved on glass surface by prolonging the exposure from 4 to 24 h.



Table 1. Insecticidal efficacy of rapeseed extract against lesser grain borer after 4, 24 and 48 hours of exposure on four different surfaces

Treatment	Exp. (h)	Mortality rate (%)±StD <sup>1,2</sup>				F	P
		Surface					
		Ceramic plates	Treated wood	Raw wood	Glass		
Control ∅	4	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,00	<.0000
	24	1,6±2,88 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	1,00	<.4411
	48	1,6±2,88 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	1,00	<.4411
	F	0,50	0,00	0,00	0,00		
	P	<.6297	<.0000	<.0000	<.0000		
Rapeseed	4	8,3±2,88 aA	5,0±8,66 aA	1,6±2,88 aA	1,6±2,88 aB	1,22	<.3630
	24	8,3±2,88 bA	11,6±12,58 bA	1,6±2,88 bA	48,3±22,54 aA	7,72	<.0095
	48	8,3±2,88 bA	13,3±15,27 bA	3,3±2,88 bA	58,3±18,92 aA	12,66	<.0021
	F	0,00	0,38	0,33	9,41		
	P	<.10000	<.7023	<.7290	<.0141		

<sup>1</sup>Mean values in the same row at the same exposure which are marked with the same small letter are not significantly different (Tukey's HSD, P<0.05)

<sup>2</sup>Mean values in the same column for a particular type of surface which are marked with the same capital letter are not significantly different (Tukey's HSD, P<0.05)

The tested rapeseed extract achieved insecticidal activity on lesser grain borer on all surfaces but was significantly higher on glass. The lower mortality rate on wooden surfaces could be because of the faster extract absorption into wood than other surfaces, so that the full insecticidal potential did not occur because of the absorption (Adeduntan, 2015). Gwinner et al. (1996) state that all insecticides are more persistent on smooth and concrete surfaces. Above all tested surfaces glass is the smoothest, while the other surfaces are very rough (even the treated wood). Relating to their claim it could be the reason why the highest mortality rate was achieved on glass. Popoola (2013) states that the insecticidal properties of certain plant species become more intense after a certain period of time if they are viable. Similar results regarding insecticidal activity on glass surface were recorded by Lucić et al. (2018).

## Conclusion

Rapeseed extract achieved insecticidal effect on all surfaces, especially on glass surface. It can be concluded that rapeseed extract has high insecticidal potential on smooth surfaces in control of storage insects and is also environmentally acceptable.

## Literature

1. Adeduntan, S.A. (2015): The termicidal of some plant material on some selected wood species. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(2):986-995.
2. Ahmad, I., Hasan, M., Arshad, M.R., Khan, M.F., Rehman, H., Zahid, S.M.A., Arshadm, M. (2016): Efficacy of different medicinal plant extracts against *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) (Bostrichidae: Coleoptera). *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2016; 4(6):87-91.
3. Atwal, A.S. (1994): Insect pest of stored grain and other products: *Agricultural Pest of India and South East Asia*. National Book Foundation. 1994; 2:402-405.

4. Dal Bello, G.M., Fuse, C.B., Pedrini, N., Padin, S.B. (2017): Insecticidal efficacy of beauveria bassiana, diatomaceous earth and fenitrothion against rhyzoperthadominica and tribolium castaneum on stored wheat. Int. Journal of Pest Management, 2017: 1-8.
5. Ducom, P. (2012): Methyl bromide alternatives. U: Proceedings of the 9th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Product, Navarro, S, Banks, H.J., Jayas, D.S., Bell, C.H., Noyes, R.T., Ferizli, A.G., Emekci, M., Isikber A.A., Alagusundaram, K. (ur.), Antalya, Turkey, pp. 205-214.
6. Gwinner, J., Harnisch, R., Mück, O. (1996): Manual on the prevention of post-harvest grain losses. GTZ, Eschborn, Germany. 330pp.
7. Lucić, P., Ravlić, M., Rozman, V., Baličević, R., Liška, A., Župarić, M., Grubišić, D., Paponja, I. (2018): Insekticidni i alelopatski potencijal ljupčaca (*Levisticum officinale* Koch). Proceedings and abstracts - 11th international scientific/professional conference Agriculture in Nature and Environment Protection. Glas Slavonije d.o.o., pp. 239-244.
8. Mukherjee, P.S., Nandi, B. (1993): Insect-fungus associations influencing seed deterioration in storage. J Mycopathol. Res. 1993; 31:87-92.
9. Popoola, K.O.K. (2013): Application of selected Bioinsecticides in management of *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) on *Phoenix dactylifera* (Date fruits). Nature and Science 11(1): 110-115.
10. SAS 9.3 Copyright (c) 2013-2014 by SAS Institut Inc., Cary, NC, USA.
11. Toews, M.D., Cuperus, G.W., Phillips, T.W. (2000): Susceptibility of eight US wheat cultivars to infestation by *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). Environ. Entomol. 2000; 29:250-255.

## Insekticidni učinak ekstrakta uljane repice na žitnog kukuljičara (*Rhyzopertha dominica* Fab.)

### Sažetak

Žitni kukuljičar (*Rhyzopertha dominica* Fab.) je skladišni štetnik iz porodice Bostrichidae. U istraživanju je testiran insekticidni učinak ekstrakta uljane repice (*Brassica napus* L.) na četirima vrstama građevinskih površina: keramika, staklo, obrađeno i neobrađeno drvo. Mortalitet žitnog kukuljičara je praćen kroz tri različite ekspozicije (4, 24 i 48 h) s ciljem utvrđivanja utjecaja različitih površina i ekspozicija na insekticidni učinak. Najviši mortalitet je postignut na staklenoj površini pri najduljoj ekspoziciji (48 h) i to statistički značajno viši u odnosu na ostale površine. S obzirom da je insekticidni učinak postignut na svim površinama, posebice zadovoljavajući na staklenoj površini, ekstrakt uljane repice ima visoki potencijal u suzbijanju skladišnih kukaca.

**Ključne riječi:** Uljana repica, žitni kukuljičar, ekstrakt, insekticidni potencijal, površina

## Nitrogen rate prediction using empirical Bayesian kriging method for Osijek-Baranja County

Boris Đurđević<sup>1</sup>, Danijel Jug<sup>1</sup>, Bojana Brozović<sup>1</sup>, Vesna Vukadinović<sup>1</sup>,  
Ana Nemet Đurđević<sup>2</sup>, Juro Zovkić<sup>1</sup>, Irena Jug<sup>1</sup>, Vesna Gantner<sup>1</sup>, Mirna Gavran<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek,  
Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia, e-mail: bdurdevic@fazos.hr

<sup>2</sup>City of Osijek, Department for Construction, Energy Efficiency and Environmental Protection,  
Kuhačeva 9, HR-31000 Osijek, Croatia

### Abstract

Nitrogen is one of the most important elements of plant nutrition. Plants absorb it in mineral form and its deficiency is common in agricultural production. Once the fertilizer is applied in the soil, all forms of nitrogen can undergo a variety of chemical changes (denitrification, volatilization) and also leaching which has significant effect on nitrogen plant availability. Because of that, it is important to monitor nitrate rates and to isolate vulnerable areas of arable land which is the main aim of this study. Nitrogen needs for crops were calculated by using ALRxp computer model for fertilization recommendation. Visualization and prediction of calculated data was done by applying geostatistical empirical Bayesian kriging method. The mean value of nitrogen rate was 134.15 kg N ha<sup>-1</sup>. Geostatistical analysis reveals that the range between 120-160 kg N ha<sup>-1</sup> cover the most of Osijek-Baranja County and that, by visualization of nitrogen prediction rates, vulnerable areas of land can be detected. In these areas it is necessary to carry out a detailed soil analysis after which is only possible to make decisions about required actions.

**Keywords:** kriging, nitrogen, fertilization, geostatistic

### Introduction

Nitrogen (N<sub>2</sub>) is originated from the atmosphere, but the plants absorb it in mineral form and therefore it is classified into a group of mineral elements. It is an integral part of all living cells, proteins, enzymes and metabolic processes that form the basis of life, and its chemistry is the most important part of the plant nutrition (Vukadinović and Vukadinović, 2011). Plants absorb nitrogen throughout the entire vegetation. Availability of nitrogen due to the great need and insufficient mobilization, is often a limiting factor and to achieve optimal yields, good/smart nitrogen fertilization is imperative (Hall, 2008). The nitrogen balance in the soil is practically always negative, because it very easily leached to deeper soil levels or into the streams, which can significantly affect nitrogen availability and cause nitrate pollution of environment. Nitrogen can also be lost in the process of denitrification (conversion of nitrate to N gases which occurs when soils are saturated and in an anaerobic environment) and volatilization (nitrogen changing to ammonia gas NH<sub>3</sub> which causes its loss into the atmosphere that occurs when soil is warm and moist and the source of Urea is near the surface) (Vukadinović and Vukadinović,

2011; Robertson, 1997; Riley et al., 2001). Therefore, it is very important to monitor dosage of nitrogen and to try to pinpoint vulnerable areas of land. There are several methods that can be applied for assessment and visualisation of unsampled areas under assumption that there is a proper input data, like deterministic methods (Inverse Distance Weighting, Splines) and/or stochastic geostatistical methods (Ordinary kriging). Recently, empirical Bayesian kriging (EBK) represents an interesting alternative for visualization of different data, especially big data. EBK automatically, using a distribution of semivariogram models, estimates unsampled areas which are then combined into a complex image that represents a specific area (Đurđević, et al., 2019; Bogunović, et al., 2014; Krivoruchko, 2012). The aim of this study is to apply EBK to assess nitrogen rates for crops and to isolate vulnerable areas in Osijek-Baranja County.

### Material and methods

The research was conducted in Osijek-Baranja County (4,152 km<sup>2</sup>), Eastern Croatia. A number of 11,426 soil samples, with associated latitude and longitude, have been compiled in the study area (Figure 1). Soil samples were taken with an agrochemical and hydraulic automatic probe. Soil samples were taken after the harvest, before application of any kind of fertilization and prior to soil preparation for new crops. After sampling, soil samples were dried and chemically analysed for selected parameters (Đurđević, 2014). After chemical analysis, data base was created and ALRxp computer model for fertilization recommendation was applied to calculate nitrogen needs for crops. The model takes into account 30 parameters on basis of which it calculates recommendations for fertilization. The whole process of calculating fertilizer recommendations is described in Vukadinović and Vukadinović 2011. The farmers on whose land the samples were collected chose crop and yield themselves for every soil sample. Descriptive analysis was performed using StatSoft Statistica v12.0, while EBK analysis was performed on the software package ArcGIS v10. EBK assess the unsampled locations by automatically applying several different semivariogram models (creation of spectrum semivariograms), which can be used to assess a particular area, and that process is fully automated. Leave-one-out cross-validation method was applied during the assessment of nitrogen needs (Krivoruchko, 2012; Mirzaei and Sakizadeh, 2016).

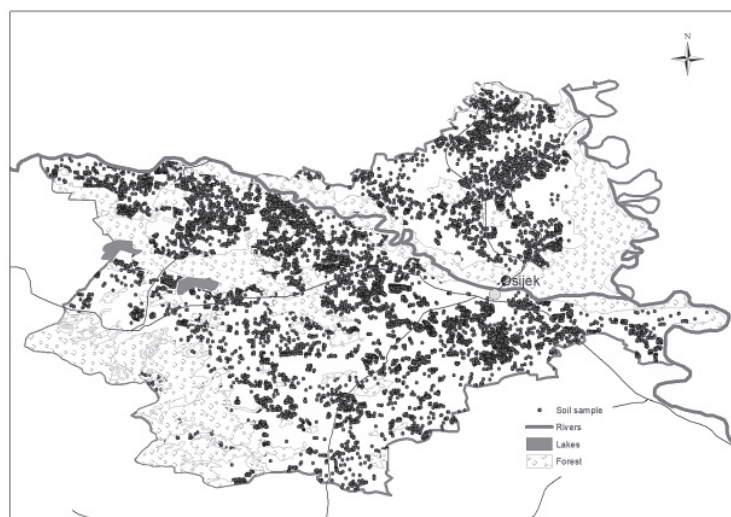


Figure 1. Study area map includes the distribution of sampling points in Osijek-Baranja County.

## Results and Discussion

The mean value of nitrogen rate was 134.15 kg N ha<sup>-1</sup> (Table 1). The mean rate is higher than predictions from Eurostat report in which Croatia has average consumption of 80.9 kg N ha<sup>-1</sup> in 2015. But since the study area is the main agricultural production area in Croatia it is expected that the nitrogen consumption will be higher comparing to the rest of the country. Also, in AL-Rxp model yield for every calculated fertilizer recommendation was set by farmers. So, it can be concluded that farmers overestimate fertility of their land (Đurđević, 2010).

Table 1. Summary statistics for nitrogen rates for crops in kg ha<sup>-1</sup>.

	N	Min	Max	Mean	SD	Skewness	CV %	Kurtosis
N kg ha <sup>-1</sup>	11,426	23	200	134.15	43.40	0.55	32.35	2.06

N, number of samples; SD, standard deviation; CV, coefficient of variation

This is also visible in frequency of distribution where 3,571 (31.25%) soil samples had nitrogen rates between 160 and 180 kg N ha<sup>-1</sup> (Figure 2). Only 1951 (17.07%) soil samples had N rates below 80 kg N ha<sup>-1</sup> which is roughly EU average consumption (74.4 kg N ha<sup>-1</sup>) for the year 2015 (Eurostat, 2017).

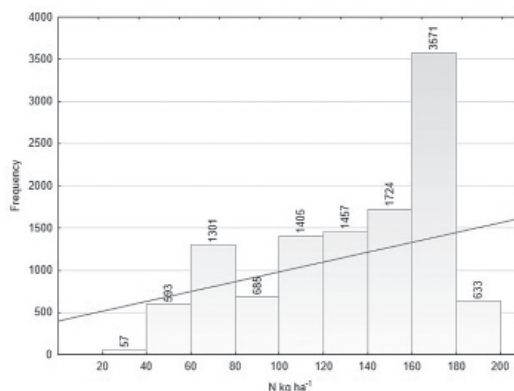


Figure 2. Nitrogen rates distributions.

Present dataset of nitrogen rates records the skewness lower than 1 (Table 1), because of that there was no need to transform data (Robertson, 2008). Minimum cross-validation error is important for optimal geostatistical method which mostly depends on the number and distribution of the samples and their distance from one to another (Mirzaei and Sakizadeh, 2016; Đurđević et al., 2019). Considering EBK we recorded lowest root mean square error (RMSE 0.349) with included 25 neighbouring points and 150 simulations. The mean error (ME 0.074) and mean standardized prediction error (MSPE 0.002) were very close to 0, which proves relatively unbiased prediction with small bias (Robinson and Metternicht, 2006). Geostatistical analysis reveals that the range between 120-160 kg N ha<sup>-1</sup> covers the most of Osijek-Baranja County which is probably because of earlier mentioned overestimation of crop yield by farmers. But the bigger problem are areas with high N rates (160-200 kg N ha<sup>-1</sup>) especially near rivers and lakes, because leaching of nitrates in these parts can be expected and may cause pollution of aforementioned bodies of water (Oelmann et al., 2007) (Figure 3). In these areas it is necessary to carry out a detailed soil analysis (physical and chemical) and to only then make a decision about action needed to change soil management and agrotechnics.

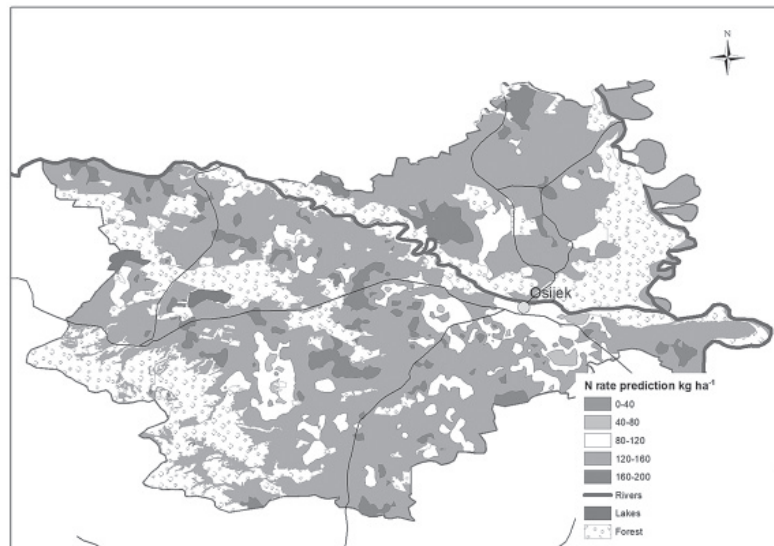


Figure 3. Prediction map of nitrogen rates ( $\text{kg N ha}^{-1}$ )

## Conclusion

With this approach using advanced geostatistical method (empirical Bayesian kriging) it is possible to predict vulnerable areas of Osijek-Baranja County to nitrate leaching. With additional analysis, measures of good agronomic practice may be suggested on pinpointed areas. Of course, it is known that interpolation methods significantly depend on the type and distribution of data, as well as on the size of the surface on which the analysis is conducted. Therefore, it is necessary to carefully use the presented conclusions especially beyond ArcGIS software.

## Literature

1. Bogunovic, I., Mesic, M., Zgorelec, Z., Jurisic, A. and Bilandzija, D. (2014): Spatial variation of soil nutrients on sandy-loam soil. *Soil Till. Res.*, 144: 174–183.
2. Đurđević, B. (2010): Expert model of land suitability assessment for crops (in Croatian). Doctoral thesis, Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Osijek, Croatia, pp 103.
3. Đurđević, B., (2014): Practicum in Plant Nutrition (in Croatian). Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Osijek, Croatia p.71.
4. Đurđević, B., Jug, I., Jug, D., Bogunović, I., Vukadinović, V., Stipešević, B., and Brozović, B. (2019): Spatial variability of soil organic matter content in Eastern Croatia assessed using different interpolation methods. *International Agrophysics*, 33(1), pp.31-39.
5. Eurostat (2017). Agri-environmental indicator - mineral fertiliser consumption. Visited on 7.2.2019. Website: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental\\_indicator\\_-\\_mineral\\_fertiliser\\_consumption](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_mineral_fertiliser_consumption)
6. Hall, R. (2008): Soil essentials: managing your farm's primary asset. National Library of Australia Cataloguing.
7. Krivoruchko K. (2012): Empirical Bayesian Kriging. *ArcUser Fall 2012*, Available online at <http://www.esri.com/news/arcuser/1012/files/ebk.pdf>.
8. Mirzaei, R. and Sakizadeh, M. (2016): Comparison of interpolation methods for the estimation of groundwater contamination in Andimeshk-Shush Plain, Southwest of Iran. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 23: 2758-2769.

9. Oelmann, Y., Kreutziger, Y., Bol, R., Wilcke, W. (2007): Nitrate leaching in soil: Tracing the NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sources with the help of stable N and O isotopes. *Soil Biology and Biochemistry*, 39, 3024-3033.
10. Riley, W., Ortiz-Monasterio, I., Matson, P. (2001): Nitrogen leaching and soil nitrate, nitrite, and ammonium levels under irrigated wheat in Northern Mexico. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61: 223.
11. Robertson G. P. (1997): Nitrogen Use Efficiency in Row-Crop Agriculture: Crop Nitrogen Use and Soil Nitrogen Loss. Eds: Louise E. Jackson, In *Physiological Ecology, Ecology in Agriculture*, Academic Press, p. 347-365.
12. Robertson G.P. (2008): *GS+: Geostatistics for the Environmental Sciences*. Gamma Design Software, Plainwell, Mich, USA
13. Robinson T.P. and Metternicht G. (2006): Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. *Comput Electron Agric*, 50, 97-108.
14. Vukadinović, V. and Vukadinović, V., (2011): *Plant nutrition (in Croatian)*. Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Osijek, Croatia p.442.

## Procjena potrebe dušika primjenom Empirical Bayesian kriging metode na području Osječko baranjske županije

### Sažetak

Dušik se svrstava u skupinu najvažnijih elemenata ishrane bilja. Biljke ga usvajaju u mineralnom obliku, a njegov nedostatak česta je pojava u poljoprivrednoj proizvodnji. Prilikom primjene dušičnih gnojiva, bez obzira o kojem obliku se radi, može doći do niza kemijskih promjena (denitrifikacija, volatizacija), ali i do ispiranja što znatno utječe na raspoloživost dušika u tlu. Zbog toga je važno vršiti monitoring primijenjenog dušika ali i pokušati izdvojiti ranjiva poljoprivredna područja, što je glavni cilj ovoga rada. Potrebe dušika za usjeve izračunate su primjenom ALRxp računalnog modela za izračun gnojivnih preporuka. Vizualizacija i predikcija izračunatih podataka izvršena je uz pomoć empirical Bayesian kriging metode. Prosječna vrijednost doze dušika iznosila je 134,15 kg N ha<sup>-1</sup>. Geostatističkom analizom utvrđeno je da se većina obradivih površina nalazila u rasponu od 120 do 160 kg N ha<sup>-1</sup> te da se navedenom metodom mogu izdvojiti ranjiva područja u županiji. Na tim područjima obavezno je provesti detaljnu analizu tla i tek tada predložiti moguća rješenja.

**Ključne riječi:** kriging, dušik, gnojidba, geostatistika

## Potential soil erodibility on tilled and grass covered vineyards in Ilok (Croatia)

Igor Bogunovic<sup>1</sup>, Leon Josip Telak<sup>1</sup>, Manuel Maticic<sup>1</sup>,  
Paulo Pereira<sup>2</sup>, Ivana Sestak<sup>1</sup>, Aleksandra Percin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Agriculture, Department of General Agronomy,  
Svetosimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia; e-mail: ibogunovic@agr.hr

<sup>2</sup>Environmental Management Center, Mykolas Romeris University,  
Ateities g. 20, LT-08303, Vilnius, Lithuania

### Abstract

Soil erosion is one of the devastating degradation processes of the soil in the World. The aim of this work is to study degradation and erosion on two different management treatments: tilled vineyard (T) and grass-covered vineyard (GC) on 12° slopes near Ilok, Croatia where 8 paired plots (16 plots) were established to determine soil losses and runoff. The simulated rainfall was carried out at 58 mm h<sup>-1</sup> in the summer of 2018 (< 14% soil water content) for 30 min on 0.785 m<sup>2</sup> circular plots. The results showed that bulk density, mean weight diameter, water stable aggregates and organic matter content were significantly higher in GC plots than in T plots. However, time to ponding, time to runoff, infiltration and water holding capacity was significantly higher in T plots compared to the GC. Runoff sediment concentration was significantly higher in T plots. Significantly lower values of total runoff were identified in T plots. Conversely, significantly higher soil loss was noted at T plots (1.19 t ha<sup>-1</sup>) in addition to GC plots (0.10 t ha<sup>-1</sup>). Overall, tillage decreased vegetation cover, soil water content, soil organic matter and aggregate stability, while increased runoff sediment concentration, sediment yield and soil erosion. These results showed that agricultural management influenced water and soil loss and that tillage in this area should be avoided.

**Keywords:** soil erosion, soil and water loss, land degradation, structure, compaction

### Acknowledgments

This work was supported by the Croatian Science Foundation through the project "Soil erosion and degradation in Croatia" (UIP-2017-05-7834) (SEDCRO).



## Potencijalna erodibilnost tla na obrađivanim i zatravljenim vinogradima Iloka (Hrvatska)

### Sažetak

Erozija tla predstavlja najrazorniji degradacijski proces na svijetu. Cilj ovoga rada je proučiti degradaciju i eroziju tla na dva različita tretmana: obrađeni vinograd (T) i zatravljeni vinograd (GC) smještenim na 12° nagibu u blizini Iloka (Hrvatska) gdje je postavljeno 8 uparenih repeticija (16 ukupno) da se utvrdi erozija i površinsko otjecanje. Simulacija kiše je provedena s 58 mm po satu u ljeto 2018 (< 14% vlage tla) u trajanju od 30 min na kružnim kolektorima površine 0,785 m<sup>2</sup>. Utvrđeni rezultati pokazuju da su volumna gustoća, srednji promjer agregata, stabilnost agregata te organska tvar značajno viši na GC tretmanu u odnosu na T tretman. Međutim, vrijeme do saturacije, vrijeme do otjecanja, koncentracija sedimenata u otjecanju, infiltracija i kapacitet tla za vodu su značajno viši na T tretmanu u usporedbi s GC tretmanom. Također, u usporedbi s GC tretmanom značajno viši gubitak sedimenata je zabilježen na T tretmanu (1,19 t ha<sup>-1</sup>) u odnosu na GC (0,10 t ha<sup>-1</sup>) tretman, kao i značajno manje vrijednosti ukupnog otjecanja. Sveukupno, obrada smanjuje vegetacijski pokrov, sadržaj vlage, organsku tvar i stabilnost agregata, a povećava koncentraciju sedimenata u otjecanju, gubitak sedimenata i eroziju. Ovi rezultati pokazuju da agrotehnika u vinogradima utječe na gubitke vode i tla, a obradu na ovom području ne treba prakticirati.

**Ključne riječi:** erozija tla, gubitak tla i vode, degradacija tla, struktura, zbijenost

## Fizikalna degradacija pseudogleja Slavonije i Baranje

Vukadinović Vesna, Jug Irena, Jug Danijel, Đurđević Boris,  
Bojana Brozović, Stipešević Bojan, Vlaović Stefan

*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1d, 31000 Osijek,  
Republika Hrvatska, e-mail: vesna.vukadinovic@fazos.hr*

### Sažetak

Degradacija poljoprivrednih tala u sustavima intenzivne proizvodnje hrane postala je posljednjih desetljeća sve rašireniji problem. Na prostoru Republike Hrvatske naglasak se uglavnom stavlja na neke vidove kemijske degradacije, kao što su acidifikacija, smanjenje organske tvari, onečišćenje teškim metalima i sl. Istovremeno, vrlo malo pažnje posvećuje se fizikalnoj degradaciji poljoprivrednih površina, koja se najčešće očituje kroz zbijanje i narušavanje strukture. Posljedica je to antropogenizacije, ali i utjecaja klimatskih faktora (količina, intenzitet i distribucija oborina, brzina vjetra, temperatura, insolacija). Na tlima narušene strukture stvara se pokorica, smanjuje vodopropusnost i aeracija, intenzivira površinsko otjecanje i erozija. Istraživanja pseudogleja na 25 lokacija u Slavoniji i Baranji ukazuju na slabo humozna tla (1,35 – 2,89 %) sa sadržajem gline 14,23 - 42,17 % te dominaciju praškasto glinaste teksture. Indeks stabilnosti strukture ( $S = 1,41 - 3,13$  %), pokazuje visoki stupanj fizikalne degradacije na dubini do 30 cm. Nestabilnost strukture pojačava osjetljivost tala na pokoricu. Na ukupno 68% istraženih pseudogleja utvrđen je visoki indeks pokorice ( $CI = 1,74 - 2,53$  %) što upućuje na podložnost ovih tala intenzivnom stvaranju pokorice. Stabilnost strukture je u vrlo značajnoj pozitivnoj korelaciji sa sadržajem organske tvari ( $r = 0,998^{**}$ ), a s glinom u značajno negativnoj korelaciji ( $r = -0,398^*$ ).

**Ključne riječi:** pseudoglej, struktura tla, indeks pokorice, fizikalna degradacija

## Physical degradation of the Stagnosols in Slavonia and Baranja

### Abstract

Degradation of agricultural soils in intensive food production systems has become more and more common in recent decades. In the Republic of Croatia, the most emphasis is on some forms of chemical degradation, such as acidification, decrease of organic matter, heavy metal contamination, etc. At the same time, very little attention is paid to the physical degradation of agricultural land, which is usually manifested through soil compaction and structure deterioration. This is a consequence of anthropogenization, but also of the influence of climatic factors (quantity, intensity and precipitation distribution, wind speed, temperature, insolation). On the soils of the damaged structure, it is created crusts, reduces water permeability and aeration, intensifies surface drainage and erosion. Research on Stagnosols at 25 sites in Slavonia and Baranja indicates low content of humus (1.35-2.89%) and dominant silty clay texture with clay contents between 14.23 - 42.17%. The stability index ( $S = 1.41 - 3.13\%$ ) shows at the depth of 0 – 30 cm high level of physical degradation. Instability of the soil structure increases the sensitivity of the create soil crusting. At a total of 68% of the investigated Stagnosols, a high crusting index ( $CI = 1.74 - 2.53\%$ ) were found indicating the susceptibility of these soil to the intense creation of the crust. Structure stability significantly positively correlated with content of organic matter in soil ( $r = 0,998^{**}$ ) and negatively with clay content ( $r = -0,398^*$ ).

**Key words:** Stagnosols, soil structure, crusting index, physical degradation

## Mogućnost adaptacije *in vitro* presadnica divlje ruže u supstratima bez treseta

Monika Tkalec Kojić<sup>1</sup>, Brigita Popović<sup>1</sup>, Zdenko Lončarić<sup>1</sup>,  
Tomislav Vinković<sup>1</sup>, Ivna Štolfa Čamagajevac<sup>2</sup>, Nada Parađiković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska; e-mail: monikat@fazos.hr

<sup>2</sup>Odjel za biologiju Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku,  
Ulica cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Cilj rada bio je utvrditi pogodnost organskih nusproizvoda nekih proizvodnih pogona kao supstrata za adaptaciju *in vitro* presadnica divlje ruže. U istraživanju ispitane su četiri vrste organskih nusproizvoda: ljuske kakaovca, vrbina kora, supstrat nastao nakon proizvodnje šampinjona te piljevina. Kao kontrolni supstrat korišten je komercijalni supstrat Klasman Potgrond P na bazi treseta. *In vitro* presadnice divlje ruže posađene su u četiri navedena nusproizvoda te komercijalni supstrat u 4 ponavljanja po 10 biljaka. Posađene biljke raspoređene su slučajnim rasporedom u plastenik gdje su uzgajane do faze komercijalne presadnice. Komercijalna presadnica podrazumijeva adaptiranu presadnicu na supstratu uzgojenu *in vitro* metodom. Tijekom cijelog istraživanja dnevna temperatura iznosila je  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ , dok je noćna temperatura iznosila  $19\text{ °C}$ . Relativna vlaga zraka tijekom prvog tjedna održavana je na 90 % te je potom postepeno snižavana do konstantnih 60 %. Po završetku istraživanja obavljeno je uzorkovanje biljnog materijala te su zabilježeni morfološki pokazatelji (dužina i masa korijena, visina i masa nadzemnog dijela, broj listova i broj izboja) svake biljke posebno. Obradom podataka nisu utvrđene statistički značajne razlike kod većine promatranih parametara u odnosu na kontrolne biljke. Iznimka je ispitivani parametar suhe mase nadzemnog dijela gdje su zabilježene značajno manje vrijednosti na biljkama uzgajanim u supstratima od ljuske od kakaovca, vrbina kora i supstrat nastao nakon proizvodnje šampinjona te parametra suhe mase korijena gdje se jedino biljke uzgajane na supstratu od vrbine kore nisu značajno razlikovale u odnosu na kontrolne biljke. Dobiveni rezultati ukazuju kako se presadnice divlje ruže mogu uspješno uzgojiti na svim istraživanim supstratima što nam omogućuje uzgoj presadnica bez upotrebe treseta.

**Ključne riječi:** divlja ruža, ljuske kakaovca, vrbina kora, supstrat nastao nakon proizvodnje šampinjona, piljevina

## Adaptation of wild rose *in vitro* plants in peat-free substrates

### Abstract

The aim of this study was to determine the suitability of some organic waste components as substrates for adaptation of *Rosa canina* L. *in vitro* seedlings. In this research, four organic waste components were tested: cocoa shell, willow bark, spent mushroom substrate and sawdust. Klasman Potgrond P was used as a control substrate based on peat. Substrate of each organic waste components represented one treatment and each treatment consisted of 4 replications of 10 plants. The plants were randomly arranged in a greenhouse and grown up to the transplant stage. During the whole study the daily temperature was  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , while the night temperature was  $19^{\circ}\text{C}$ . Relative air humidity during the first week was maintained at 90% and then gradually decreased to constant 60%. At the end of the study the sampling of plant material was performed and morphological indicators (length and root mass, plant height and mass, number of leaves and number of shoots) of each plant were measured. Statistical analysis showed no significant differences between most of the observed morphological parameters compared to control plants. The exception was significantly lower values of the plant dry weight of transplants grown on cocoa shells, willow bark and spent mushroom substrate compared to control plants and root dry weight at transplants grown on cocoa shells, spent mushroom and sawdust substrates compared to control plants. The obtained results indicate that wild roses transplants can be grown successfully on all of the investigated substrates, which allows us to grow transplants without the use of peat.

**Keywords:** wild rose, cocoashell, willowbark, spent mushroom substrate, sawdust

## Utjecaj napuštanja zemljišta na svojstva tla i smanjenje erozije vodom u mediteranskim uvjetima

Leon Josip Telak, Igor Bogunovic

*Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet,  
Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska; e-mail: ljtelak@agr.hr*

Cilj ovoga istraživanja je odrediti utjecaje napuštanja zemljišta na svojstva tla, kao i eroziju tla u dva tretmana; Napušteno zemljište (AL) i Obrađena oranica (TCL) locirane u Polači, Hrvatska (44° 0' S, 15°31' I; 81 m mnv) na nagibu od 3°. Na terenu su provedene simulacije kiše kišnim simulatorom, 8 simulacija po tretmanu. Intenzitet kiše namješten je na 58 mm h<sup>-1</sup>, u trajanju od 30 min na površini od 0.785 m<sup>2</sup>. Sva analizirana svojstva značajno su se razlikovala između AL i TCL repeticija. AL parcele imale su značajno više vrijednosti ( $p < 0,05$ ) trenutne vlage tla SWC (52,34 %), srednje vrijednosti promjera agregata MWD (3,67 mm), udjela stabilnih agregata WSA (61,87 %), CaCO<sub>3</sub> (28,26 %), humus (2,99 %), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (237,8 mg kg<sup>-1</sup>), K<sub>2</sub>O (430,0mg kg<sup>-1</sup>), ali niže površinsko otjecanje vode (40,14 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) i gubitak sedimenta (38,64 kg ha<sup>-1</sup>) u usporedbi sa TCL. Rezultati ukazuju na to da je intenzivna poljoprivredna proizvodnja povrća, gdje se unutar jedne godine uzgaja nekoliko kultura u sukcesiji, što zahtjeva veliki broj prohoda traktora i pripreme tla degradirala fizikalna svojstva tla, što je rezultiralo povećanim; površinskim otjecanjem (3,08 puta više), gubitkom sedimenta (37,02 puta više) te gubitkom fosfora (26,63 puta više). Sa druge strane, napuštanje zemljišta obnovilo je zdravlje tla na oranici intenzivne proizvodnje u mediteranskim uvjetima, što je u krajnosti smanjilo eroziju tla.

**Ključne riječi:** upravljanje zemljištem, napuštanje zemljišta, erozija tla, kišne simulacije

### Zahvala

Ovaj rad financiran je od strane Hrvatske zaklade za znanost kroz projekt "Erozija i degradacija tala Hrvatske" (UIP-2017-05-7834) (SEDCRO).

## Effects of land abandonment on soil properties and reduction of soil water erosion in Mediterranean climate

The aim of this study is to determine land abandonment effects on soil properties as well as on soil erosion in two treatments; Abandoned land (AL) and Tilled cropland (TCL) located in Polača, Croatia (44° 0' N, 15°31' E; 81 m asl) on a 3° slope. Eight plots per treatment (0.785 m<sup>2</sup>) were subjected to rainfall simulations (58 mm/h for 30 min). All analyzed properties were significantly different between AL and TCL plots. AL plots had higher ( $p < 0.05$ ) SWC (52.34 %), MWD (3.67 mm), WSA (61.87 %), CaCO<sub>3</sub> (28.26 %), organic matter (2.99 %), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (237.8 mg kg<sup>-1</sup>soil), K<sub>2</sub>O (430.0 mg kg<sup>-1</sup> soil), but lower water runoff (40.14 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), sediment loss (38.64 kg ha<sup>-1</sup>) compared to TCL. Conversely, TCL plots had lower SWC (24.54%), MWD (2.74 mm), WSA (46.69 %), CaCO<sub>3</sub> (22.27 %), organic matter (0.87 %), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (95.6 mg kg<sup>-1</sup> soil), K<sub>2</sub>O (187.7 mg kg<sup>-1</sup>soil), but higher water runoff (123.53 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>), sediment loss (1430.51 kg ha<sup>-1</sup>) and phosphorus loss (152.81 g ha<sup>-1</sup>) in addition to AL. Observed results indicate that intensive crop production alongside tillage has deteriorated soil physical properties which have resulted in increased water runoff (3.08 times more), sediment loss (37.02 times more), and phosphorus loss (26.63 times more). On the contrary, land abandonment appears to have rejuvenated soil health in Mediterranean intensive production cropland, which in return has decreased soil erosion.

**Keywords:** land management, land abandonment, soil erosion, rainfall simulation

### Acknowledgments

This work was supported by the Croatian Science Foundation through the project "Soil erosion and degradation in Croatia" (UIP-2017-05-7834) (SEDCRO).

## Preživljavanje soja *Bradyrhizobium japonicum* u tekućem mediju

Gabriella Kanižai Šarić<sup>1</sup>, Ivana Majić<sup>1</sup>, Bojana Brozović<sup>1</sup>, Krešimir Prtenjača<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, HR-31000, Hrvatska, e-mail: gkanizai@fazos.hr

<sup>2</sup>studentFakulteta agrobiotehničkih znanosti, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Mikrobiološki preparati u tekućem obliku sve su popularniji među poljoprivrednim proizvođačima zbog jednostavnije i brže primjene. Troškovi proizvodnje tekućih inokulanata su manji u usporedbi s krutim, najčešće tresetnim, koji su dugo vremena zauzimali prvo mjesto u proizvodnji sredstava za bakterizaciju sjemena soje. Sastav tekućih medija koji podupiru rast bakterijskih stanica u vremenu roka trajanja inokulanata je ključan, a za održavanje visokog broja stanica preporuča se dodavanje odgovarajućih aditivakoji poboljšavaju preživljavanje stanica u ovoj vrsti medija. S ciljem određivanja optimalnog sastava tekuće hranjive podloge provedeno je ispitivanje vijabilnosti stanica soja *Bradyrhizobium japonicum* na kvasac-manitol mediju, modificiranom kvasac-manitol mediju i glicerolnom mediju, dvije temperature (4 i 25 °C) kroz period od 6 mjeseci. Utvrđeni najveći broj populacijerizobija se kreće u prosjeku od  $5 \times 10^8$  do  $4 \times 10^9$  cfu ml<sup>-1</sup> u ovisnosti o vrsti hranjive podloge pri 4°C. U daljnjem istraživačkom radu potrebno je daljnje poboljšanje sastava tekuće hranjive podloge s ciljem održavanja visokog broja vijabilnih stanicarizobijakroz duži vremenski period.

**Ključne riječi:** *Bradyrhizobium japonicum*, tekuća podloga, temperatura, vrijeme skladištenja



## Survival of *Bradyrhizobium japonicum* strain in liquid medium

### Abstract

Microbiological liquid inoculants are becoming increasingly popular among agricultural producers because of easier and faster application. Production costs of liquid inoculants are lower in comparison to rigid, most often peaty, which for a long time occupy the first place in the production of soybean inoculants. The composition of liquid media that supports the growth of bacterial cells during the shelf life of the inoculants is crucial, and for maintaining a high number of cells, it is recommended to add suitable additives that improve the survival of cells in liquid medium. In order to determine the optimal composition of the nutrient medium, a study was conducted to determine the *Bradyrhizobium japonicum* strain viability on yeast-mannitol medium, modified yeast-mannitol medium and glycerol medium, two temperatures (4 and 25 °C) over a period of 6 months. The highest number of rhizobial populations was determined and ranged from average  $5 \times 10^8$  to  $4 \times 10^9$  cfu ml<sup>-1</sup> depending on the type of nutrient medium at 4 °C. In further research, additional improvement of the liquid nutrient medium is required to maintain a high number of viable rhizobial cells for a longer period of time.

**Key words:** *Bradyrhizobium japonicum*, liquid medium, temperature, storage time

## Alelopatska tolerantnost sorti ozime pšenice na ekstrakte poljskog maka (*Papaver rhoeas* L.)

Jelena Ravlič<sup>1,2</sup>, Zvonimir Bede<sup>1,2</sup>, Milutin Bede<sup>1</sup>, Marija Ravlič<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Agrigenetics d.o.o., Sjenjak 13, Osijek, e-mail: jelaravlic@gmail.com*

<sup>2</sup>*Doktorand, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek*

<sup>3</sup>*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek*

### Sažetak

Alelopatija predstavlja pozitivan ili negativan učinak jedne biljke na rast i razvoj druge putem proizvodnje alelokemikalija koje se oslobađaju u okoliš. Alelopatiju je moguće koristiti u integriranim sustavima biljne proizvodnje kao nekemijsku mjeru suzbijanja korova kroz primjenu i razvoj manje osjetljivih genotipova na alelopatski utjecaj korova. Cilj rada bio je utvrditi tolerantnost različitih sorti ozime pšenice na alelopatski potencijal poljskog maka (*Papaver rhoeas* L.). Proveden je laboratorijski pokus s vodenim ekstraktima pripremljenih od nadzemne suhe mase poljskog maka u koncentraciji od 2,5%. Kao test vrste korišteno je osam sorti ozime pšenice tvrtke Agrigenetics d.o.o. Istraživan je alelopatski utjecaj poljskog maka na klijavost, duljinu korijena i izdanka te suhu masu klijanaca pšenice. Sorte ozime pšenice razlikovale su se u svojoj tolerantnosti na vodeni ekstrakt poljskog maka. Duljina korijena pokazala je veću osjetljivost u odnosu na klijavost sjemena, duljinu izdanka i suhu masu klijanaca pšenice. Klijavost sjemena značajno je smanjena samo kod tri sorte i to do 13%. Duljina korijena klijanaca smanjena je kod svih sorti, međutim najtolerantnijom pokazala se sorta Karla. Smanjenje duljine izdanka kretalo se od 3,7% do 25,9%, a najmanje osjetljive bile su sorte Rosa, Riva, Viktorija i Karla. Značajno smanjenje suhe mase klijanaca zabilježeno je kod četiri sorte i kretalo se od 14,4% do 25,9%. Sorte Riva, Viktorija i Rosa pokazale su najveću tolerantnost na smanjenje suhe mase klijanaca. Sorte s dobrom tolerantnošću mogle bi se uključiti u daljnje oplemenjivačke programe.

**Ključne riječi:** alelopatija, klijavost, inhibicija, pšenica, vodeni ekstrakti

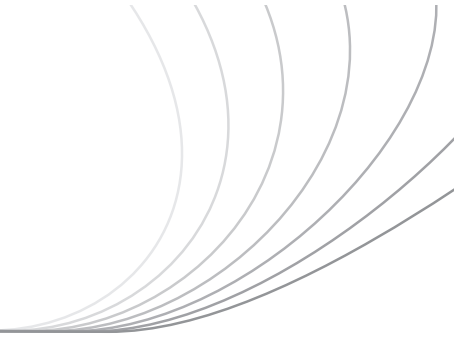
## Allelopathic tolerance of winter wheat varieties to field poppy (*Papaver rhoes* L.) extracts

### Abstract

Allelopathy represents positive or negative effect of one plant on growth and development of the other through the production of allelochemicals released into the environment. Allelopathy can be used in integrated plant production systems as a non-chemical weed control measure through application and development of less sensitive genotypes to the allelopathic effect of weeds. The aim of the study was to determine tolerance of different winter wheat varieties to allelopathic potential of field poppy (*Papaver rhoes* L.). Laboratory experiment was conducted using water extract prepared from dry aboveground biomass of field poppy in concentration of 2.5%. For test species, eight winter wheat varieties of company Agrigenetics d.o.o. were used. Allelopathic potential of field poppy was investigated on seed germination, root and shoot length and dry weight of wheat seedlings. Winter wheat varieties differed in their tolerance to water extract of field poppy. Root growth showed greater susceptibility compared to germination, shoot length and dry weight of wheat seedlings. Seed germination was significantly reduced only in three varieties up to 13%. Seedling root length of all varieties was reduced, however Karla proved to be the most tolerant variety. Decrease in shoot length ranged from 3.7% up to 25.9%, and the least susceptible were varieties Rosa, Riva, Viktoria and Karla. Significant decrease of dry seedlings weight was recorded in four varieties and ranged from 14.4% to 25.9%. Riva, Viktoria and Rosa varieties showed the highest tolerance in dry seedling weight reduction. Varieties with good tolerance could be included in further breeding programs.

**Key words:** allelopathy, germination, inhibition, wheat, water extracts

## Section IV



# **Agroeconomics**

## **Agroekonomija**



## Izravna prodaja ekoloških proizvoda

Sanja Jelić Milković<sup>1</sup>, Ružica Lončarić<sup>1</sup>, Antonija Sabljak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: sanja.jelic@fazos.hr*

<sup>2</sup>*student, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska*

### Sažetak

Cilj rada bio je ispitati i utvrditi stavove i navike potrošača prema kupnji ekoloških proizvoda putem direktnih kanala distribucije odnosno izravno od proizvođača. Za prikupljanje podataka korištena je metoda ankete, a kao instrument korišten je anketni upitnik (n =102). Rezultati istraživanja pokazali su da većina ispitanika (74,5 %) kupuje ekološke proizvode, te da to čine jednom mjesečno. Većina ispitanika (59,8 %) smatra da je ponuda ekoloških proizvoda daleko manja od potražnje. Međutim, pozitivan pokazatelj je da bi 89,2 % ispitanika kupovalo ekološke proizvode izravno od proizvođača što dovodi do zaključka kako je potrebno razvijati i unaprjeđivati direktne kanale distribucije ekoloških proizvoda.

**Ključne riječi:** ekološki proizvodi, kanali distribucije, izravna prodaja, potrošači

### Uvod

Prema podacima Ministarstva poljoprivrede (2018.) površine pod ekološkom poljoprivrednom proizvodnjom u Hrvatskoj u razdoblju od 2007. do 2017. godine kretale su se u rasponu od 7.577 ha (2007. godina) do 96.618 ha (2017. godine). Nije se povećao samo broj površina pod ekološkom proizvodnjom, nego se povećao i broj gospodarstava u navedenom razdoblju. Broj gospodarskih subjekata porastao je s 477 (2007. godina) na 4.023 u 2017. godini (Državni zavod za statistiku, 2018.). Broj ekoloških poljoprivrednih proizvođača u 2017. godini porastao je za gotovo 14 % u usporedbi s 2016. godinom (Državni zavod za statistiku, 2018.). Zabilježen je također i rast ekoloških poljoprivrednih površina u zemljama Europske unije u kojima je u 2017. godini zabilježeno povećanje od 0,8 milijuna hektara odnosno 6,4 % u usporedbi s 2016. godinom (FiBL - Research Institute of Organic Agriculture, 2019.). Potražnja za ekološkim proizvodima u Hrvatskoj zbog sve veće ekološke svijesti potrošača i brige o zdravlju je u stalnom porastu (Gugić i sur., 2017.; Siljan i Cerjak, 2017.; Brčić-Stipčević i sur., 2011.). Unatoč porastu ponude i potražnje tržište ekoloških proizvoda u Hrvatskoj je još uvijek neorganizirano (Siljan i Cerjak, 2017.). Gugić i sur. (2017.) također navode da slabo razumijevanje prirode ekoloških proizvoda potrošače navodi da sve lokalno proizvedene proizvode poistovjećuju s ekološkim, te se nameće potreba za intenziviranjem marketinških aktivnosti u svrhu pozicioniranja ekološke hrane na domaćem tržištu. Ekološki proizvodi dostupni su potrošačima putem direktnih i indirektnih kanala distribucije. U direktne kanale distribucije ubraja se prodaja na gospodarstvu, narudžba putem zelene košare, prodaja na tržnicama, sajmovima te putem prodavaonica u vlasništvu ekoloških proizvođača dok u indirektnim kanalima distribucije uz proizvođače i

potrošače sudjeluju i trgovci na veliko, trgovci na malo odnosno otkupljivači (Brčić-Stipčević i sur., 2011.). Prema Brčić-Stipčević i sur. (2011.) ključni čimbenik za rast tržišta ekoloških proizvoda, uz informiranost potrošača je distribucija ekoloških proizvoda.

Cilj rada bio je ispitati i utvrditi stavove i navike potrošača prema kupnji ekoloških proizvoda putem direktnih kanala distribucije odnosno izravno od proizvođača.

### Materijal i metode

U istraživanju se koristi metoda prikupljanja primarnih podataka metodom ankete, a kao instrument istraživanja korišten je anketni upitnik. Istraživanje o potrošačkim preferencijama, cjenovnoj spremnosti i izravnoj prodaji ekoloških proizvoda provedeno je online, u razdoblju od ožujka do lipnja 2017. godine na 102 ispitanika. Cjelokupni upitnik se sastojao od četiri djela: socio-demografska obilježja ispitanika (spol, dob, stručna sprema, radni status i ekonomski status obitelji), pitanja vezana uz navike potrošača prilikom kupnje ekoloških proizvoda, pitanja vezana uz cjenovnu spremnost ispitanika i pitanja vezana uz ponudu i kupnju ekoloških proizvoda izravno od proizvođača. Upitnik sadrži ukupno 30 pitanja otvorenog i zatvorenog tipa. Za potrebe ovog rada zbog velike opširnosti anketnog upitnika prikazani su samo dijelovi vezani uz ponudu i izravnu kupnju ekoloških proizvoda od proizvođača. Pitanja vezana uz izravnu kupnju od proizvođača kao što su ocjena pojedinih oblika izravne prodaje, stupanj prikladnosti narudžbe i ocjena motiva kupnje ekoloških proizvoda direktno od proizvođača 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. Spearmanov koeficijent varijacije korišten je za određivanje veze između socio-demografskih varijabli i varijabli vezanih uz učestalost kupnje ekoloških proizvoda, ponudu na tržištu, izravnu prodaju i udaljenost od mjesta kupnje ekoloških proizvoda. Od parametrijskih testova korištena je Studentov t – test u svrhu utvrđivanja razlika među ispitanicima po pojedinim obilježjima relevantnim za kupnju ekoloških proizvoda izravno od proizvođača. Za prikupljanje podataka korišteni su i sekundarni izvori informacija Državnog zavoda za statistiku te Ministarstva poljoprivrede. U radu su također korišteni podatci i rezultati istraživanja autora koji su se bavili sličnom problematikom, a koji su prikupljeni korištenjem dostupne relevantne i recentne literature predmetnog područja istraživanja.

### Rezultati i rasprava

U istraživanju je sudjelovalo 102 ispitanika u dobi od 17 do 60 godina starosti pri čemu je zastupljen veći broj ispitanika ženskog spola (65,7 %). Najveći broj ispitanika se izjasnio da ima srednju stručnu spremu (34,3 %), 32,4 % ispitanika ima visoku stručnu spremu, dok 2,0 % ispitanika ima završenu osnovnu školu. Među ispitanicima dominiraju oni s osrednjim (40,2 %) i dobrim (36,3 %) ekonomskim statusom obitelji te prevladavaju zaposleni ispitanici (47,1 %) i studenti (41,2 %) (Tablica 1.).

Najveći broj ispitanika (74,5 %) se izjasnio da kupuje ekološke proizvode te njih 59,8 % ih kupuje jednom mjesečno, a 20,6 % ih kupuje jednom tjedno. Rezultati se poklapaju s istraživanjem Renko i Bošnjak (2009.) koji su utvrdili da ispitanici u najvećem postotku kupuju ekološke proizvode također jednom tjedno. Na postavljeno pitanje "Što mislite o ponudi ekoloških proizvoda?" najveći broj ispitanika (59,8 %) se izjasnio da je ponuda daleko manja od potražnje, a njih 24,5 % smatra da je ponuda u skladu s potražnjom. U istraživanju Radojević (2018.) provedenom u Srbiji, svega 2,4 % ispitanika je u potpunosti zadovoljno ponudom ekoloških proizvoda dok je veći broj ispitanika (26,2 %) uglavnom nezadovoljan. Veći broj ispitanika (89,2 %) se izjasnilo kako bi kupovalo ekološke proizvode direktno od proizvođača, a svega 10,8 % kako ne bi.

Ispitanicima je također bitna udaljenost od mjesta kupnje ekoloških proizvoda (79,4 %), dok 9,8 % ispitanika smatra da udaljenost nije bitna. Za 77,5 % ispitanika bitna je i brzina dostave, 8,8 % ispitanika smatra da je brzina dostave vrlo bitna, dok za njih 13,7 % nije.

Tablica 1. Socio-demografska obilježja ispitanika

Obilježje ispitanika		N	%
Spol	Ženski	67	65,7
	Muški	35	34,3
Stručna sprema ispitanika	Osnovna škola	2	2,0
	SSS	35	34,3
	VKV	2	2,0
	VŠS	16	15,7
	VSS	33	32,4
	Magisterij, doktorat	14	13,6
Radni status ispitanika	Student	42	41,2
	Zaposlen	48	47,1
	Nezaposlen	12	11,7
Ekonomski status obitelji	Vrlo dobar	18	17,6
	Dobar	37	36,3
	Osrednji	41	40,2
	Loš	4	3,9
	Vrlo Loš	2	2,0

Pomoću metode deskriptivne statistike izračunate su frekvencije i postotci odgovora ispitanika vezanih uz ocjenu stupnja prikladnosti izravne prodaje, načina narudžbe i motiva kupnje ekoloških proizvoda. Kao najprikladniji oblik izravne prodaje ekoloških proizvoda ispitanici su najvećom ocjenom 5 (vrlo prikladno) ocijenili prodaju narudžbom, prodaju na tržnici i prodaju na seljačkom sajmu. Ocjenom 4 (prikladno) ispitanici su kao prikladan oblik izravne prodaje ekoloških proizvoda ocijenili prodaju uz prodavaonice, seljačku prodavaonicu, prodaju u gospodarskom dvorištu, prodaju putem dostavnog vozila i samoberbu. Potrošači ekoloških proizvoda preferiraju kupnju direktno od proizvođača jer su tada sigurni da je riječ o ekološki proizvedenoj hrani, ali također preferiraju i kupnju u malim specijaliziranim trgovinama u kojima postoji direktan kontakt i odnos između prodavača ili proizvođača i kupca (Skulskis i Girgždienė, 2013.). U provedenom istraživanju ispitanici su također dali visoke ocjene (ocjena 5) načinu narudžbe ekoloških proizvoda izravno od proizvođača. Najveći broj ispitanika smatra da je najprikladniji način narudžbe ekoloških proizvoda osobno i putem online narudžbe, a njih 30,4 % smatra da je to putem telefona. Kao motiv kupnje ekoloških proizvoda izravno od proizvođača ispitanici su najvišom ocjenom 5 (vrlo bitno) ocijenili svježinu namirnica, bolju kvalitetu i povjerenje. Nešto nižom ocjenom (4) ocijenili su veći izbor ekoloških proizvoda, a s ocjenom 3 ocijenili su jednostavnost kupnje. Ovi se rezultati također podudaraju s istraživanjima autora Skulskis i Girgždienė (2013.) u čijem istraživanju su se ispitanici izjasnili da kupuju prehrambene ekološke proizvode izravno od proizvođača jer smatraju da su zdraviji i kvalitetniji od konvencionalno proizvedenih proizvoda te da su svježiji. Na ponuđeno otvoreno pitanje "Koje ekološke proizvode bi kupovali izravno od proizvođača?" najveći broj ispitanika izjasnio se da bi kupovao voće (34 ispitanika), povrće (32 ispitanika), meso (19 ispitanika) i mliječne proizvode (11 ispitanika). Proizvode poput prirodnih sokova, kozmetike (9 ispitanika),

kruha, žitarica i dječje hrane (5 ispitanika) izravno od proizvođača bi kupovali u manjoj mjeri, što je slično rezultatima Radojević (2018.) te Kopic i sur. (2008.) u čijim istraživanjima značajan udio ispitanika kupovao bi voće i povrće, pekarske proizvode, meso, mliječne proizvode i sokove. U istraživanju Renko i Bošnjak (2009.) ispitanici su se izjasnili da u najvećoj mjeri od ekoloških proizvoda kupuju kruh i druge proizvode od žitarica, zatim svježe voće i povrće, a najmanje dječju hranu.

Promatranjem korelacija koje su prikazane u Tablici 2. možemo uočiti da ekonomski status obitelji ispitanika korelira s učestalošću kupnje ekoloških proizvoda i kupnjom proizvoda izravno od proizvođača. Stručna sprema ispitanika i ponuda ekoloških proizvoda su u negativnoj korelaciji. Negativan znak ukazuje na negativnu vezu između promatranih varijabli stručna sprema ispitanika i ponuda ekoloških proizvoda, odnosno porastom jedne varijable doći će do pada druge varijable i obrnuto. Spearmanovim koeficijentom korelacije utvrđena je negativna, statistički vrlo značajna veza ( $p < 0,01$ ) između radnog statusa i učestalosti kupnje ekoloških proizvoda. Pozitivna statistički vrlo značajna veza ( $p < 0,01$ ) utvrđena je između kupnje ekoloških proizvoda izravno od proizvođača i udaljenosti od mjesta kupnje. Dobiveni rezultati podudaraju se rezultatima autora Radojević (2018.) i Skulskis Girgždienė (2013.) koji navode da će potrošači u dobi od 50 godina s većim mjesečnim primanjima češće (najmanje jednom tjedno) kupovati ekološku proizvode, a mlađi ispitanici u dobi od 30 godina i oni s manjim mjesečnim primanjima kupovat će rjeđe ekološke proizvode (2-3 mjesečno).

Tablica 2. Spearmanov koeficijent korelacije (rs) između promatranih varijabli

	1	2	3	4	5	6	7
1	1						
2	-0.193	1					
3	0.032	-0.094	1				
4	0.127	-0,301**	0,225*	1			
5	-0,205*	0,093	0,015	0,036	1		
6	0,058	-0,049	0,206*	0,151	-0,004	1	
7	-0,135	0,066	-0,134	0,028	0,081	0,280**	1

1-Stručna sprema (osnovna škola, SSS, VKV, VŠS, VSS; magisterij/doktorat), 2 - Radni status (student, zaposlen, nezaposlen), 3 - Ekonomski status (vrlo dobar, dobar, osrednji, loš, vrlo loš), 4 - Učestalost kupnje eko. proizvoda (svakodnevno, više puta tjedno, jednom tjedno, jednom mjesečno), 5 - Ponuda u odnosu na potražnju (ponuda je u skladu s potražnjom, ponuda je daleko manja od potražnje, ponuda je veća od potražnje), 6 - Jeste li zainteresirani za kupnju ekoloških proizvoda izravno od proizvođača? (da, ne), 7 - Da li vam je bitna udaljenost od mjesta kupnje ekoloških proizvoda? (uopće mi nije bitno, bitno mi je, jako mi je bitno)  
\*\*  $p \leq 0,01$ , \*  $p \leq 0,05$

Kako bi uvidjeli postoje li statistički značajne razlike u stupnju prikladnosti pojedinih oblika izravne prodaje i razloga kupnje ekoloških proizvoda s obzirom na spol ispitanika korišten je t-test za nezavisne uzorke što je prikazano u Tablicama 3. i 4. Kada je riječ o prodaji ekoloških proizvoda, rezultati t-testa pokazuju kako postoji statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) s obzirom na spol ispitanika kada je u pitanju prodaja u gospodarskom dvorištu (Tablica 3.). Ostali oblici izravne prodaje ekoloških proizvoda nisu se pokazali statistički značajnima prilikom donošenja odluke o kupnji ekološkog proizvoda u odnosu na spol ispitanika, iako razlike u srednjim vrijednostima postoje. Zanimljivo je da su ženski ispitanici sve ponuđene oblike izravne prodaje ocijenili s višim ocjenama nego muški ispitanici. Slično ovome, Radojević (2018.) je došao do rezultata da žene bolje ocjenjuju kupnju na gradskim tržnicama u odnosu na muškarce, te je dokazao statistički značajnu razliku između odgovora kod žena i muškaraca.



Tablica 3. Testiranje razlika aritmetičkih sredina stupnja prikladnosti pojedinih oblika izravne prodaje s obzirom na spol

Stupanj prikladnosti pojedinih oblika izravne prodaje ekoloških proizvoda	Ženski spol		Muški spol		t-test	p
	M	SD	M	SD		
Samoberba	3,39	1,381	3,31	1,471	0,250	n.s.
Prodaja putem dostavnog vozila	3,99	1,080	3,80	1,302	0,765	n.s.
Gradska tržnica	4,33	0,877	4,20	1,023	0,662	n.s.
Prodaja narudžbom	4,21	1,122	4,14	1,167	0,279	n.s.
Prodaja u gospodarskom dvorištu	4,24	0,906	3,71	1,384	2,302	0,023*
Prodaja uz prodavaonicu	3,96	1,107	3,57	1,42	1,505	n.s.
Seljačka prodavaonica	4,18	0,936	3,97	1,175	0,973	n.s.
Seljački sajam	4,21	0,993	4,11	1,157	0,432	n.s.

\*\*  $p \leq 0,01$ , \* $p \leq 0,05$ , n.s. = nije statistički značajno

Rezultati t – testa prikazani u Tablici 4. ukazuju na postojanje statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između spola ispitanika i većeg izbora ekoloških proizvoda prilikom kupnje izravno od proizvođača. Ostali motivi kupnje ekoloških proizvoda izravno od proizvođača nisu se pokazali statistički značajnima prilikom donošenja odluke o kupnji ekološkog proizvoda u odnosu na spol ispitanika.

Tablica 4. Testiranje razlika aritmetičkih sredina motiva kupnje ekoloških proizvoda izravno od proizvođača s obzirom na spol

Motivi kupnje ekoloških proizvoda izravno od proizvođača	Ženski spol		Muški spol		t-test	p
	M	SD	M	SD		
Bolja kvaliteta	4,30	0,938	4,11	1,157	0,868	n.s.
Veći izbor	3,87	1,028	3,37	1,308	2,095	0,039*
Jednostavna kupnja	3,72	1,084	3,57	1,220	0,614	n.s.
Povjerenje	4,36	0,883	4,14	0,912	1,157	n.s.
Svježina namirnica	4,49	0,859	4,37	1,060	0,623	n.s.

\*\*  $p \leq 0,01$ , \* $p \leq 0,05$ , n.s. = nije statistički značajno

### Zaključak:

Površine kao i broj poljoprivrednih proizvođača kroz godine kontinuirano raste ne samo u Hrvatskoj već i u drugim zemljama Europske unije što rezultira kontinuiranim rastom tržišta ekoloških proizvoda. Unatoč porastu ponude i potražnje, tržište ekoloških proizvoda u Hrvatskoj još uvijek je neorganizirano te je uz informiranost potrošača neophodna i primjena odgovarajućih kanala distribucije ekoloških proizvoda. U radu je istraživana učinkovitost izravnog kanala distribucije odnosno spremnost potrošača na izravnu kupnju ekoloških proizvoda od proizvođača. Znanstvena literatura navodi da je upravo izravna prodaja ekoloških proizvoda jedan od najvažnijih i najprihvaćenijih kanala distribucije ekoloških proizvoda. Rezultati istraživanja pokazali su kako većina ispitanika (74,5 %) kupuje ekološke proizvode te da to u najvećoj mjeri čine jednom mjesečno. 59,8 % ispitanika ipak smatra da je ponuda daleko manja od potražnje. Pozitivan pokazatelj je da bi 89,2 % ispitanika kupovalo ekološke proizvode izravno od proizvođača što dovodi do zaključka kako je potrebno razvijati direktne kanale distribucije ekoloških proizvoda. Podatci dobiveni istraživanjem mogu poslužiti kao okvir za buduća istraživanja direktnih kanala distribucije, ali i kao informativna podloga proizvođačima za daljnje intenziviranje marketinških aktivnosti i unapređivanje kanala distribucije ekoloških proizvoda.

## Napomena

Rad je proizašao iz diplomskog rada "Direktna prodaja ekoloških proizvoda" studentice Antonije Sabljak, diplomskog sveučilišnog studija "Ekološka poljoprivreda", na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku.

## Literatura

1. Brčić-Stipčević, V., Peteljak, K., Guszak, I. (2011): Kanali distribucije i obilježja tržišta ekoloških prehrambenih proizvoda. Zbornik radova 11. znanstvenog skupa s međunarodnim sudjelovanjem «Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu», Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku, 111-125.
2. Državni zavod za statistiku (2018): Priopćenje ekološka proizvodnja u 2017. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2018/01-01-19\\_01\\_2018.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2018/01-01-19_01_2018.htm)(21.2.2019.).
3. FiBL - Research Institute of Organic Agriculture (2019): European organic market. <https://www.fibl.org/en/media/media-archive/media-release/article/bio-in-europa-waechst-weiter-biomarkt-bei-ueber-37-milliarden-euro.html> (22.2.2019.).
4. Gugić, J., Grgić, I., Dorbić, B., Šuste, M., Džepina, M., Zrakić, M. (2017): Pregled stanja i perspektiva razvoja ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj. *Glasnik zaštite bilja*, 40(3), 20-30.
5. Kopic, M., Cerjak, M., Mesić, Ž. (2008): Zadovoljstvo potrošača ponudom ekoloških proizvoda u Zagrebu. Zbornik radova simpozija agronoma, 43. hrvatski i 3. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, Hrvatska, 256-259.
6. Ministarstvo poljoprivrede (2018): Ekološka poljoprivreda. <https://poljoprivreda.gov.hr/statistika-360/360> (21.2.2019.).
7. Radojević, V. (2018): Istraživanje tržišta organskih poljoprivredno-prehrambenih proizvoda u Republici Srbiji. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni Fakultet, Novi Sad.
8. Renko, S., Bošnjak, K. (2009): Aktualno stanje i perspektive budućeg razvoja tržišta ekološke hrane u Hrvatskoj. *Ekonomski pregled*, 60 (7-8), 369-395.
9. Siljan, D., Cerjak, M. (2017): Prva eko tržnica u Hrvatskoj – zadovoljstvo proizvođača i kupaca. *Agro-economia Croatica* 7(1), 88-97.
10. Skulskis, V., Girgždienė, V. (2013): Direct Marketing and Consumer Trust in Organic Food Products: Vilnius (Lithuania) Case. *Journal of agricultural science and technology*, B 3(4), 272–283.

## Direct sales of organic products

### Abstract

The aim of the paper is to examine and determine the attitudes and habits of consumers towards the purchase of organic products through direct distribution channels or directly from the producers. The questionnaire was used as a method of data collection and an instrument for the survey. The survey was carried out on a sample of  $n = 102$ . The results of the survey showed that the largest number of respondents (74.5 %) are buying organic products and doing it once a month. Most of the respondents (59.8 %) consider that the supply of organic products is far less than demand. However, a positive indicator is that 89.2 % of respondents would purchase organic products directly from the manufacturer, which leads to the conclusion that it is necessary to develop and improve the direct distribution channels of organic products.

**Key words:** organic products, distribution channels, direct sales, consumers

## Investicijski pristup u ratarskoj proizvodnji na primjeru ruralnih prostora Republike Hrvatske i Republike Srbije

Dragan Dokić<sup>1</sup>, Maja Gregić<sup>2</sup>, Vesna Gantner<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Općina Erdut, Bana Josipa Jelačića 4, Dalj, Hrvatska; e-mail: dragan.dokic79@gmail.com*

<sup>2</sup>*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska*

### Sažetak

Gospodarski rast je integralan i kontinuiran proces, koji je svojstven sustavima sposobnim da sebe održavaju tokom vremena i tako prelaze u efektivnija stanja. Lokalni gospodarski procesi čine sastavni dio društvenih procesa koji se uz pomoć ljudske sposobnosti poslovno organiziraju shodno zakonodavnim pravilima kako bi dostigli što veći nivo gospodarskog razvoja. Izračunom kapitalnog koeficijenta pokazan je nivo angažiranosti resursa u poljoprivrednoj proizvodnji, što je bitan faktor za gospodarski razvoj. Gospodarski razvoj promatrano na lokalnom nivou označava porast proizvodnje dobara i usluga, uz istovremene strukturne transformacije i promjene u funkcioniranju lokalne privrede. Širi pojam privrednog razvoja (u odnosu na privredni rast) ističe se i time što privredni razvoj ne obuhvaća samo rast obima proizvodnje već i sve neophodne gospodarske, sistemske i strukturne promjene. Upravo zbog toga neophodno je pokazati ekonomsku efikasnost investicija u poljoprivrednoj proizvodnji što je učinjeno izračunom marginalnog kapitalnog koeficijenta i marginalnog koeficijenta efikasnosti. Izračunom ova dva koeficijenta prikazan je prirast poljoprivredne proizvodnje s ciljem procjene njene održivosti.

**Cljučne riječi:** investicije, poljoprivredna proizvodnja, kapitalni koeficijent, gospodarski razvoj

### Uvod

Lokalni razvoj i postizanje definiranih ciljeva je nezamisliv bez investicija. Pojam gospodarskog razvoja obuhvaća povećanje proizvodnje ne samo na lokalnom nivou ekonomije, nego i šire, što objašnjava složene transformacije u kompoziciji i strukturi gospodarstva, kao i promjene značajnih pojedinih inputa i njihovih udjela u rastu ukupnog outputa (Porter, 2000.). Lokalni poljoprivredni proizvođači koji nemaju investicije praktično održavaju samo tekuću reprodukciju, što dugoročno može imati negativnih posljedica. Zbog toga investicije bi trebalo usmjeravati na poticanje proizvodnje, zaposlenost i agregatnu potražnju, odnosno staviti ih u funkciju akumulacije kapitala (Litterman, 2003.). Porast kapitalnih ulaganja u zgrade, opremu i infrastrukturu podiže poslovni potencijal (Dunning, 1972.). Pojam investicija označava ulaganje, primarno novčanih sredstava, materijala, opreme i ljudskih resursa, a sve u cilju stjecanja određenih ekonomskih koristi, odnosno profita (Ćirović, 2008.). S aspekta lokalne politike najznačajnije su one investicije koje se investiraju u realne oblike imovine koji omogućavaju ostvarivanje ekonomskih koristi kroz određene produktivne poslovne aktivnosti. Investicije su determinanta gospodarskog razvoja što na lokalnom nivou dobiva sve veći značaj. Prema Jovanoviću (2003.) pod investicijom se u svakodnevnoj praksi podrazumijeva:

- Novčana sredstva koja se ulažu u određenu poslovnu aktivnost,
- Proces transformacije novčanih sredstava u proizvodna dobra, odnosno proces ulaganja u proizvodna dobra i
- Predmet u koji se investira i koji se dobije kao rezultat procesa investiranja.

Proces investiranja označava promjene u materijalnoj i nematerijalnoj imovini (Hirt, 2005.) Da bi bile se promjene tretirale kao razvojne neophodno je da rezultat tih promjena bude pozitivan ekonomski efekt, odnosno te promjene trebaju realizirati određenu ekonomsku korist (Grejm, 2008.). Ukoliko ovakve promjene ne realiziraju ekonomsku korist, nemaju karakter razvojnih, već dovode do stagnacije, a kasnije i do distrofije i propasti sustava. Nažalost ovakav scenarij evidentan je u ruralnim prostorima kako u Republici Hrvatskoj tako i u Republici Srbiji, što je odraz nedovoljnog shvaćanja suštine značaja investicija. Investiranje kao proces, omogućuje rast potencijalnog proizvoda i stvara uvjete za dostizanje ekonomskog razvoja, što predstavlja kompleksno područje za koje se koriste razni indikatori i metode izračuna (Pike, 2009.). Cilj je ovoga istraživanja, primjenom kapitalnog koeficijenta, pokazati razinu iskorištenosti investicija sa aspekta angažiranosti lokalnih resursa u ratarskoj proizvodnji.

### Materijal i metode

Efektivnost investicija, izražava se odnosom između kapitala (osnovnih materijalnih fondova) i proizvodnje ili odnosom investicija i proizvodnje. Drugim riječima, ekonomska efektivnost investicija u suštini izražava odnos između utroška kapitala i njihovog proizvodnog efekta. Kvantitativni izraz kapitalnog koeficijenta izražava se formulom (Vukadinović, 2015.):

$$k = \frac{K}{Y}$$

Gdje je:

- $K$ - proizvodni fondovi;
- $Y$ - rezultat proizvodnje;
- $k$ - kapitalni koeficijent

Formula prikazuje prosječan kapitalni koeficijent koji izražava stupanj opskrbe proizvodnje kapitalom, odnosno pokazuje koliko jedinica kapitala dolazi na jedinicu proizvodnje, te prema tome i kakav je proizvodni efekt svake jedinice kapitala.

Ekonomska efektivnost investicija se izražava marginalnim kapitalnim koeficijentom i marginalnim koeficijentom efektivnosti. Marginalni kapitalni koeficijent ili granični kapitalni koeficijent predstavlja odnos između investicija i prirasta proizvodnje. Ovaj koeficijent pokazuje koliko je jedinica investicija potrebno uložiti da bi se ostvarila jedinica prirasta u proizvodnji iskazana u jedinici društvenog bruto proizvoda.

Marginalni kapitalni koeficijent se može izraziti na sljedeći način (Joens, 2007.):

$$k' = \frac{K_1 - K_0}{Y_1 - Y_0}$$

Gdje je:

- $K_t$  – proizvodnja u tekućoj godini;
- $K_{t-1}$  – proizvodnja u prethodnoj godini;
- $Y_t$  - investicije u tekućoj godini ;
- $Y_{t-1}$  - investicije u prethodnoj godini;

Marginalni koeficijent efektivnosti predstavlja recipročan oblik marginalnog kapitalnog koeficijenta i izražava se na sljedeći način (Joens 2007):

$$e' = \frac{Y_1 - Y_0}{K_1 - K_0}$$

U cilju primjene teoretskih modela, odnosno izračuna kapitalnog koeficijenta, podacima dobivenom od Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske i Republičkog zavoda za statistiku Republike Srbije prikupljeni su podaci o obujmu vrijednosti proizvodnih fondova, vrijednosti proizvodnje i investicijama u ratarskoj proizvodnji. Podaci su iskazani u tisućama eura. Podaci su prikupljeni za gradove: Osijek, Vukovar, Slavonski Brod, Požega Sombor, Vrbas, Inđija i Loznica. Ovi gradovi pripadaju ruralnom prostoru, imaju slične proizvodne potencijale i približni su po veličini.

Tablica 1. Proizvodni fondovi, rezultat proizvodnje u ruralnim gradovima Republike Hrvatske i Republike Srbije

Proizvodni fondovi	Sombor	Inđija	Vrbas	Loznica	Osijek	Vukovar	Požega	Slavonski Brod
2013.	405.512,00	565.283,43	270.862,29	300.760,11	484.040,57	323.626,29	418.619,31	432.841,86
2014.	465.733,54	656.237,31	321.334,00	379.189,09	569.527,00	386.559,00	458.947,54	463.360,11
2015.	529.710,97	719.825,71	385.928,31	397.862,40	651.895,31	459.576,03	486.830,49	572.635,89
2016.	723.229,71	918.255,00	482.695,20	522.060,00	814.841,49	563.971,20	563.081,14	668.793,60
2017.	734.005,80	887.810,86	480.979,71	559.566,86	837.976,86	583.179,14	744.094,00	729.649,66
Rezultat proizvodnje								
2013.	115.860,57	141.320,86	90.287,43	91.139,43	161.346,86	107.875,43	116.283,14	116.984,29
2014.	119.418,86	142.660,29	91.809,71	92.485,14	162.722,00	110.445,43	117.678,86	118.810,29
2015.	120.388,86	143.965,14	94.128,86	94.729,14	158.998,86	112.091,71	118.739,14	119.299,14
2016.	120.538,29	141.270,00	92.826,00	94.920,00	156.700,29	108.456,00	117.308,57	119.427,43
2017.	116.508,86	136.586,29	87.450,86	93.261,14	152.359,43	106.032,57	114.476,00	117.685,43
Investicije								
2013.	16.352,35	21.338,41	12.586,12	14.331,56	44.878,43	10.996,35	10.352,35	20.856,78
2014.	24.318,56	21.556,41	13.337,06	15.206,58	46.412,35	10.360,20	10.552,12	21.699,87
2015.	24.022,13	25.912,25	13.666,54	15.522,22	45.358,52	10.888,55	10.035,57	22.522,96
2016.	26.420,22	22.877,52	13.760,21	16.369,20	46.411,99	11.991,21	11.541,32	25.844,66
2017.	28.332,43	23.666,80	15.402,01	16.544,88	48.512,12	12.251,41	12.139,12	27.712,52

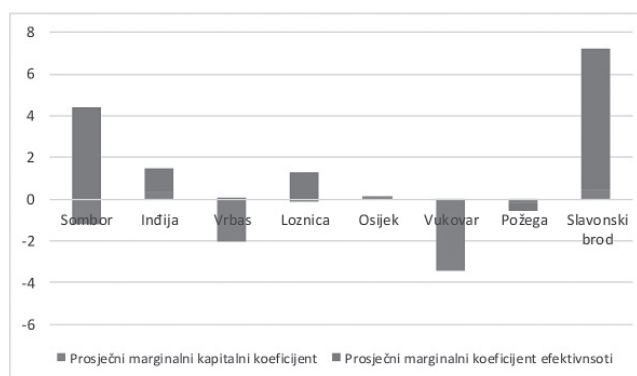
Podaci iz Tablice 1. predstavljaju inpute za izračun kapitalnog koeficijenta, marginalnog kapitalnog koeficijenta i marginalnog koeficijenta efektivnosti. Ovi koeficijenti su vrlo važni jer predstavljaju ekonomski indikatore kojima se iskazuje efektivnost poslovanja.

## Rezultati rasprava

U nastavku istraživanja izvršen je izračun efektivnost investicija, stupanja opskrbe proizvodnje kapitalom i porasta prirasta obujma proizvodnje. Ovi indikatori pokazuju stanje investicijskog ambijenta i pokazuju u kojoj mjeri su iskorištene investicije.

Tablica 2. Usporedno kretanje kapitalnog koeficijenta, marginalnog kapitalnog koeficijenta i marginalnog koeficijenta efektivnosti

Kapitalni koeficijent	Sombor	Indija	Vrbas	Loznica	Osijek	Vukovar	Požega	Slavonski Brod
2013.	3,5	4,00	3,00	3,30	3,00	3,00	3,60	3,7
2014.	3,9	4,60	3,50	4,10	3,50	3,50	3,90	3,9
2015.	4,4	5,00	4,10	4,20	4,10	4,10	4,10	4,8
2016.	6	6,50	5,20	5,50	5,20	5,20	4,80	5,6
2017.	6,3	6,50	5,50	6,00	5,50	5,50	6,50	6,2
Marginalni kapitalni koeficijent								
2013.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2014.	0,45	6,14	2,03	1,54	0,90	-4,04	6,99	2,17
2015.	-3,27	0,30	7,04	7,11	3,53	3,12	-2,05	0,59
2016.	0,06	0,89	-13,91	0,23	-2,18	-3,30	-0,95	0,04
2017.	-2,11	-5,93	-3,27	-9,44	-2,07	-9,31	-4,74	-0,93
Marginalni koeficijent efektivnosti								
2013.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2014.	2,24	0,16	0,49	0,65	1,12	-0,25	0,14	0,46
2015.	-0,31	3,34	0,14	0,14	0,28	0,32	-0,49	1,68
2016.	16,05	1,13	-0,07	4,44	-0,46	-0,30	-1,05	25,89
2017.	-0,47	-0,17	-0,31	-0,11	-0,48	-0,11	-0,21	-1,07



Grafikon 1. Usporedni prikaz marginalnog kapitalnog koeficijenta i marginalnog koeficijenta efektivnosti

Rezultati pokazuju da negativan predznak za oba koeficijent bilježe gradovi Vukovar i Požega, što znači da kako se smanjuje prirast proizvodnje smanjuju se i investicije i obrnuto. U gradovima Slavonskom Brdu, Indiji i Osijeku oba koeficijenta bilježe pozitivan predznak, što znači da investicije i prirast proizvodnje imaju pozitivno međusobno djelovanje. U ostalim gradovima koeficijenti su podijeljeni; Sombor, Vrbas i Loznica imaju negativan marginalni kapitalni koeficijent, odnosno imaju smanjenje prirasta proizvodnje, ali je marginalni kapitalni koeficijent efektivnosti pozitivan, što pak znači da je investicijski ambijent u ovim gradovima poticajan, međutim nije učinkovito iskorišten.

## Zaključak

Sagledavanje stanja poljoprivredne proizvodnje kao primarne grane u ruralnim prostorima Republike Hrvatske i Republike Srbije putem investicijskog pristupa treba sagledavati sa oprezom. Radi se o proizvodnji čije uvjete osim tržišta, instrumenata fiskalne politike i lokalne gospodarske politike određuju i meteorološki uvjeti. U radu je izvršena analiza petogodišnjeg razdoblja 2013. - 2017. godine u kojemu meteorološki uvjeti za navedeno razdoblje nisu bili optimalni i naklonjeni poljoprivrednim proizvođačima, te su evidentne oscilacije u obujmu proizvodnje. Bez obzira na ovaj faktor investicije nikako ne smiju biti zanemarene, pogotovo ne na lokalnom nivou. Lokalne samouprave trebaju svoju gospodarsku politiku usmjeravati na stvaranje poticajnog investicijskog okruženja kako bi unaprijedile kvalitetu života na svom području.

## Literatura

1. Ćirović, M. (2008): *Finansijski menadžment*, Naučno društvo Srbije, Beograd, str. 41.
2. Dunning, J. (1972): *International Investment*, Penguin Books, Great Britain, str. 102.
3. Hirt, G., Block, S. (2005): *Managing Investments*, McGraw-Hill, New York, str. 91.
4. Grejem, B. (2008): *Inteligentni investitor*, Masmedia S, Beograd.
5. Jones, C.P. (2007): *Investments*, John Wiley&Sons, Hoboken, pp 88.
6. Jovanović, P. (2003): *Upravljanje investicijama*, Grafoslog Beograd, Beograd, str. 15.
7. Litterman, B. (2003): *Modern Investment Management*, John Wiley & Sons, Hoboken, New York, str. 61.
8. Pike, R. (2009): *Corporate finance and investment*, Pearson Education, Harlow, str. 148.
9. Porter, E. M. (2000): *Competitive Strategy*, Harvard Business Review, New York, str. 46.
10. Vukadinović, P., Jović, Z. (2015): *Investicije*, Univerzitet Singidunum, Beograd 2015, st. 67.

## Investment approach to agricultural production in the case of rural areas of the Republic of Croatia and the Republic of Serbia

### Abstract

Economic growth is an integral and continuous process, inherent in systems capable of sustaining itself over time and thus transitioning to more effective states. In other words, local economic processes are an integral part of social processes that are organized business-friendly by means of human resources in accordance with the legislative rules in order to reach the highest level of economic development. In this paper, the capital coefficient shows the level of engagement of resources in agricultural production, which is an important factor for economic development. The economic development observed at the local level means an increase in production of goods and services, with simultaneous structural transformations and changes in the functioning of the local economy. The broader concept of economic development (in relation to economic growth) is emphasized, as economic development not only encompasses the growth of production, but also all the necessary economic, systemic and structural changes. Therefore, it is necessary to show the economic efficiency of investments in agricultural production, which was done through marginal capital coefficient and marginal efficiency coefficient. These two coefficients showed an increase in agricultural production with the aim of assessing its sustainability.

**Key words:** investments, agricultural production, capital coefficient, economic development

## Analiza stočarske proizvodnje Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije

Ana Crnčan, David Kranjac

*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: acrnčan@fazos.hr*

### Sažetak

Cilj rada je analiza poljoprivredne proizvodnje i promjena koje su nastupile nakon razdoblja pridruživanja Republike Hrvatske Europskoj Uniji. Naglasak je stavljen na strukturu stočarske proizvodnje u Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji. U periodu od tri godine zamićen je trend smanjena broja goveda, svinja i ovaca u analiziranim županijama. Broj koza se povećava, dok se broj gospodarstava na kojima se drže iste smanjuje. Promjene u pogledu racionalnijeg korištenja pašnjačkih površina i stvaranje proizvoda dodatne vrijednosti neophodne su kako bi analizirane linije zadržale postojeću proizvodnju. Potrebna su ulaganja u autohtone pasmine i prerađivačke kapacitete kako bi se dobili prepoznatljivi visokovrijedni tradicionalni proizvodi.

**Ključne riječi:** poljoprivredna proizvodnja, stočarska proizvodnja, proizvodi dodatne vrijednosti

### Uvod

Integracijski procesi Republike Hrvatske u posljednjem desetljeću podrazumijevali su značajne promjene uvjeta proizvodnje svih grana poljoprivredne djelatnosti. U ukupnoj vrijednosti poljoprivredne proizvodnje udio biljne proizvodnje čini 62,99%, dok se preostali dio odnosi na stočarsku proizvodnju koja je zastupljena s 37,01% (DZS, 2016.). Produkti animalne proizvodnje opskrbljuju ukupnu svjetsku populaciju s 13% ukupnih prehrambenih potreba u svijetu, ali za to se potroši oko polovice svjetske proizvodnje žita (Steinfeld i sur., 2006., Smith i sur., 2014., Grgić i sur., 2015.). Stočarstvo se uglavnom upotpunjuje s biljnom proizvodnjom gdje se konverzijom proizvoda niske vrijednosti, koji su nejedinstveni ili neukusni za ljudsku ishranu, stvaraju visoko vrijedni proizvodi poput mlijeka, mesa i jaja (Grgić i sur., 2015.). Cilj rada je analiza stanja stočarske proizvodnje u Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji te navesti potencijale mogućeg razvitka analiziranih linija proizvodnje.

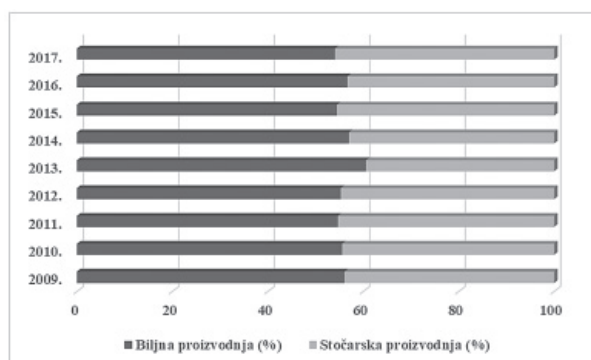
### Materijal i metode

U radu je analizirana struktura i promjene odnosa udjela poljoprivredne proizvodnje u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2009. do 2017. godine. Prikazana je brojnost stoke za 5 godina počevši od 2012. pa zaključno sa 2017. godinom, a koja uključuje stanje i fluktuacije broja goveda, svinja, ovaca i koza. Analizirano je kretanje brojnosti poljoprivrednih gospodarstava i životinja pri istima u Osječko-baranjskoj županiji i Vukovarsko-srijemskoj županiji. Kao izvor podataka korištene su statističke publikacije Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske i Jedinstveni registar domaćih životinja. Analiza prikupljenih podataka obavljena je metodama deskriptivne statistike, dok su se u teorijskom dijelu rada koristile metode analize i sinteze.



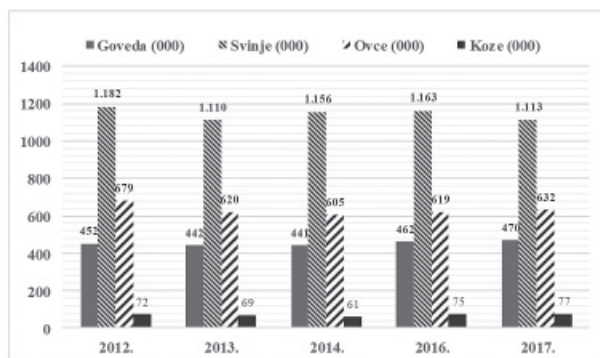
## Rezultati i rasprava

U strukturi poljoprivredne proizvodnje Republike Hrvatske kroz analizirano razdoblje od 9 godina dominantna je biljna proizvodnja s udjelom od 54,1% do 60,6% u odnosu na stočarsku proizvodnju na koju se odnosi preostali udio. Najkritičnije razdoblje stočarstvo je imalo 2013. godine (Grafikon 1.) kada u ukupnoj bruto proizvodnji na razini Republike Hrvatske biljna proizvodnja sudjeluje s 60,6%, a stočarska proizvodnja s 39,4%. Negativne tendencije posljedica su izmjene vlasničke strukture i primjene zakonske legislative koja je direktno ili indirektno utjecala na stupanj razvijenosti animalne proizvodnje (Zrakić, 2016.).



Grafikon 1. Udio biljne i stočarske proizvodnje na razini Republike Hrvatske (Izvor: Državni zavod za statistiku)

U strukturi stočarske proizvodnje na području Republike Hrvatske prevladava svinjogojstvo koje kao i ostatak stočarske proizvodnje bilježi negativne tendencije (Grafikon 2.). Prema prethodnim istraživanjima u razdoblju od 2006. do 2011. godine broj svinja je značajno smanjen, dok se s druge strane uvoz svinjskog mesa povećava i potrebe za svinjskim mesom podmiruju se s oko 50% iz uvoza (Kralik i sur., 2013., Kranjac i sur., 2018.). Proizvodni kapaciteti općenito, kada je riječ o stočarskoj proizvodnji su zastarjeli, a izgradnja ili rekonstrukcija zahtijeva velika financijska ulaganja dok ukupni troškovi proizvodnje karakterizira stalna tendencija rasta (Crnčan i sur., 2018.).



Grafikon 2. Brojno stanje stoke u Republici Hrvatskoj (Izvor: Državni zavod za statistiku)

Osim zakonske legislative, nepostojanja adekvatne infrastrukture i visokih proizvodnih troškova, problem predstavlja i sve manji broj stanovništva. Tako je broj stanovnika u Vukovarsko-srijemskoj županiji u razdoblju od 2013. do 2017. godine smanjen za 16.719, dok je u Osječko-

baranjskoj županiji broj stanovništva smanjen za 17.915 (DZS, 2018.). Kontinuirani pad broja stanovnika naročito u Vukovarsko-srijemskoj i Osječko-baranjskoj županiji djelovalo je i na smanjenje broja poljoprivrednih gospodarstava, ali i na reduciranu stočarsku proizvodnju što je prikazano Tablicom 1.

Tablica 1. Broj gospodarstava i broj životinja u Vukovarsko-srijemskoj županiji

Godina	Goveda		Ovce		Koze		Svinje	
	1*	2**	1	2	1	2	1	2
2016.	1.401	31.465	521	17.021	266	1.317	8.453	211.708
2017.	1.291	30.637	530	18.180	254	1.232	8.268	211.432
2018.	864	27.384	519	18.614	236	1.249	4.280	181.310

Izvor: Jedinstveni registar domaćih životinja, 2019.

\* 1 - Broj gospodarstava

\* 2 - Broj životinja

Prema sintetiziranim podacima zamjetan je pad broja poljoprivrednih gospodarstava čiji upravitelji uzgajaju ovce, a najveća odstupanja bilježi broj goveda i broj svinja u obje analizirane županije. Područje Istočne hrvatske, gdje dominira proizvodnja kukuruza kao osnovne sirovine pri hranidbi u svinjogojskoj proizvodnji, obilježavala je tradicijska proizvodnja svinja, ali i goveda. Svinje su najvećim djelom bile držane na velikim farmama ili obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima, odnosno gotovo svako kućanstvo je imalo objekte za držanje nekoliko svinja i goveda. Danas se sve više smanjuje broj gospodarstava koja drže svinje, a svinjogojska proizvodnja temelji se na proizvodnji hibrida koja se odvija na velikim farmama.

Tablica 2. Broj gospodarstava i broj životinja u Osječko-baranjskoj županiji

Godina	Goveda		Ovce		Koze		Svinje	
	1	2	1	2	1	2	1	2
2016.	1.665	87.867	956	38.719	359	2.047	10.121	343.785
2017.	1.609	86.477	921	40.985	322	1.812	9.958	348.573
2018.	1.137	79.599	894	39.388	307	2.201	4.842	310.898

Izvor: Jedinstveni registar domaćih životinja, 2019.

\* 1 - Broj gospodarstava

\* 2 - Broj životinja

Suprotno svinjogojskoj i govedarskoj proizvodnji koja se smanjuje, broj koza u analiziranom razdoblju bilježi blagi trend rasta. U Osječko-baranjskoj županiji ono se povećava nešto većim intenzitetom u odnosu na Vukovarsko-srijemsku županiju, dok se broj gospodarstava na kojima su koze smanjuje, a što upućuje na to kako se broj jedinki na gospodarstvima povećava (Tablica 1. i Tablica 2.). Najvećim djelom se ovakva proizvodnja organizira kao dopunska djelatnost na gospodarstvima i dodatni je izvor prihoda kućanstava.

## Zaključak

Broj goveda, svinja i ovaca u Osječko-baranjskoj županiji i Vukovarsko-srijemskoj županiji bilježi tendenciju pada, dok se broj koza povećava. Neophodne su promjene u smislu održivosti postojeće proizvodnje i stvaranja dodatne vrijednosti analiziranih linija proizvodnje. Racionalnije korištenje pašnjačkih površina i zaokružen proces proizvodnje koji podrazumijeva proizvode dodatne vrijednosti neke su od mogućnosti daljnjeg povećanja kozarstva, ovčarstva, svinjogojsva, ali i govedarstva na području Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije. Takva proizvodnja zahtijeva i dodatna ulaganja u prerađivačke kapacitete. Kako bi se ublažio daljnji

pad brojnosti ovaca, koza i svinja na poljoprivrednim gospodarstvima, proizvodnja se može temeljiti na uzgoju izvornih pasmina i ekološkoj proizvodnji. Crna slavonska svinja zbog svoje manje zahtjevnosti pri uzgoju i stvaranju proizvoda dodatne vrijednosti proizvoda od istih, svakako predstavlja potencijal svinjogojске proizvodnje na malim poljoprivrednim gospodarstavima u Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji.

### Literatura

1. Crnčan, A., Jelić, S., Kranjac, D., Kristić, J. (2018): Poultry production in the Republic of Croatia: current state and future expectations. *World's poultry science journal*, 74 (3), 549-558.
2. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske: Broj stoke i peradi: stanje 01. prosinac 2018. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2018/01-01-21\\_01\\_2018.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2018/01-01-21_01_2018.htm) (22.02.2019.).
3. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske: Broj stoke i peradi: stanje 01. prosinac 2017. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2017/01-01-24\\_01\\_2017.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2017/01-01-24_01_2017.htm) (23.02.2019.).
4. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske: Broj stoke i peradi: stanje 01. prosinac 2015. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2016/01-01-20\\_01\\_2016.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2016/01-01-20_01_2016.htm) (23.02.2019.).
5. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske: procjene stanovništva Republike Hrvatske u 2017. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2018/07-01-03\\_01\\_2018.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2018/07-01-03_01_2018.htm) (23.02.2019.).
6. Grgić, I., Hadelan, L., Prišenk, J., Zrakić, M. (2015): Stočarstvo Republike Hrvatske: stanje i očekivanja. *Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu*, XVIII (3), 256-263.
7. Kralik, G., Margeta, V., Luković, Z., Kralik, I. (2013): Stanje i smjernice razvoja svinjogojstva s posebnim osvrtom na istočnu Hrvatsku. *Stočarstvo*, 67 (4), 151-159.
8. Kranjac, D., Zmaić, K., Erjavec, E. (2018): Pregled i perspektiva tržišta svinjskog mesa u Republici Hrvatskoj - simulacija modelom parcijalne ravnoteže. *Agroeconomia Croatica*, 8 (1), 75-83.
9. Ministarstvo poljoprivrede: Jedinstveni registar domaćih životinja (JRDŽ) <https://stoka.hpa.hr/vetis/login.aspx> (12.02.2019.).
10. Smith, J., Sones, K., Grace, D., MacMillan, S., Tarawali, S., Herrero, M. (2014): Beyond milk, meat, and eggs: Role of livestock in food and nutrition security. *Animal Frontiers* 3 (1), 6-13.
11. Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., Haan, C. (2006): *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Rome, Italy: FAO.
12. Zrakić, M. (2016): Partial equilibrium model of crop production in Croatia, Ph. D. Thesis., Faculty of Agriculture, Zagreb.

## Livestock production analysis in Osijek-Baranja and Vukovar-Srijem County

### Abstract

The aim of this paper was to analyse the structure of agricultural production with emphasis on livestock production and changes that occurred after the accession period of the Republic of Croatia to the European Union. Emphasis is placed on the structure of livestock production in Osijek-Baranja and Vukovar-Srijem County. In the period of three years there has been a trend of decline in numbers of cattle, pigs and sheep in the observed Counties. The number of goats is increasing, while the number of farms in which they are kept decreases. Changes in terms of rational use of pastures and creation of value added products are necessary in order to maintain existing production volumes. Investments in indigenous and autochthonous breeds and processing capacities are necessary in order to obtain recognizable high-value traditional products.

**Key words:** agricultural production, livestock production, value added products

## Pregled razvoja ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2013.do 2017. godine

Nataša Uranjek, Marko Teni, Vedran Lipić, Andrea Galić

*Promo eko d.o.o, Dobriše Cesarića 34, 31 000 Osijek,  
Republika Hrvatska; e-mail: natasa.uranjek@promo-eko.hr*

### Sažetak

Većina razvijenih zemalja svijeta u posljednjem desetljeću značajno je povećala udio ekološke proizvodnje u ukupnoj poljoprivrednoj proizvodnji. Republika Hrvatska (RH) nastoji pratiti trend razvoja ekološke poljoprivrede te su vidljivi mali pomaci u zadnjih nekoliko godina. U odnosu na zemlje Europske Unije, usprkos povoljnim uvjetima i očuvanim resursima kojima Hrvatska raspolaže, još uvijek zaostaje sa većinom europskih zemalja. U ovom radu osvrnut ćemo se na razvoj ekološke poljoprivrede u Hrvatskoj u razdoblju od 2013. do 2017. godine. Prema podacima iz 2017., broj ekoloških proizvođača porastao je za 14% u odnosu na 2016. godinu. U odnosu na godinu ranije to je povećanje od 477 proizvođača. U razdoblju od 2013. do 2017. broj proizvođača se povećao za 2.415. Udio ekološke poljoprivrede u odnosu na ukupnu poljoprivrednu proizvodnju iznosio je 6,1% (2017.) što je značajan porast u odnosu na 2013. godinu kada je udio iznosio 2,59% (<https://statistics.fibl.org/>). Iako je vidljiv napredak, Hrvatska još uvijek ne može konkurirati većini zemalja u Europi i svijetu, ali mogućnosti u uvjetima rastuće potražnje i potrošnje ekoloških proizvoda daju poticaj daljnjem razvoju ekološke poljoprivrede u Hrvatskoj.

**Ključne riječi:** ekološka poljoprivreda, razvoj, Hrvatska

### Uvod

Ekološka poljoprivreda je cjelovit proizvodni sustav koji nastoji maksimalno iskoristiti raspoložive prirodne resurse pravilnim gospodarenjem, brigom za okoliš, ljude i ekosustav. U zadnjem desetljeću došlo je do porasta udjela ekološke proizvodnje u svijetu. Mijenjanjem svijesti ljudi o očuvanju okoliša i zdravijem načinu prehrane sve više se otvara mogućnost za daljnji razvoj ekološke poljoprivredne proizvodnje. Prvi počeci razvoja ekološke poljoprivrede u Hrvatskoj zabilježeni su sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća kada pojedini stručnjaci nastoje približiti pojam ekološke poljoprivrede široj javnosti. Krajem devedesetih godina pojavljuju se specijalizirane trgovine „zdrave hrane“, osnivaju se razne udruge i Savez za biološko organsko gospodarenje (BIOS). BIOS je dao znatan doprinos razvoju ekološke poljoprivrede u Hrvatskoj, izradom prvih cjelovitih smjernica za ekološku poljoprivredu. U ovom razdoblju početak je stvaranja tržišta ekoloških prehrambenih proizvoda u Hrvatskoj. Razdoblje od 2001. godine do danas obilježeno je donošenjem zakonskih regulativa na nacionalnoj razini te isplata poticaja i potpora poljoprivrednicima za bavljenje ekološkom

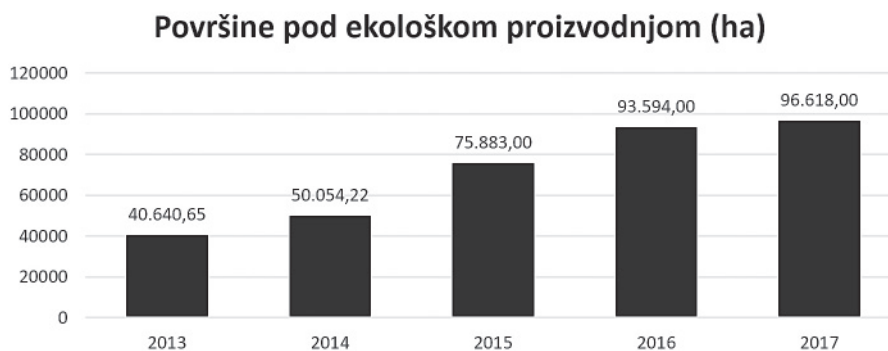
proizvodnjom (Petljak, 2011.). U razdoblju od 2002. do 2008. godine mogu se izdvojiti dva razdoblja različite dinamike rasta broja ekoloških proizvođača. Prvo razdoblje od 2000. do 2003. godine kada je registrirano 130 ekoloških proizvođača i drugo razdoblje bržeg porasta od 2003. do 2008. godine sa 474 ekološka proizvođača (Pejnović i sur., 2012.). Trend razvoja se i dalje kroz godine nastavljao, međutim zemljama unutar EU, poput Njemačke, Austrije, Italije itd. Hrvatska još uvijek ne može konkurirati.

### Materijali i metode

U radu su korišteni podaci domaće i inozemne literature vezane za stanje i razvoj ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj. Kako bismo prikupili podatke potrebne za prikaz razvoja ekološke proizvodnje u Republici Hrvatskoj korištene su baze podataka dostupne na internet stranicama te publikacije Državnog zavoda za statistiku, Ministarstva poljoprivrede, The *International Federation of Organic Agriculture Movements*(IFOAM) te Forschungs institut für biologischen Landbau(FiBL). Prikupljeni podaci o broju ekoloških proizvođača, površinama i udjelu površina pod ekološkom proizvodnjom, te korištenost poljoprivrednog zemljišta i broj grla uspoređeni su za razdoblje od 2013. do 2017. godine.

### Rezultati i rasprava

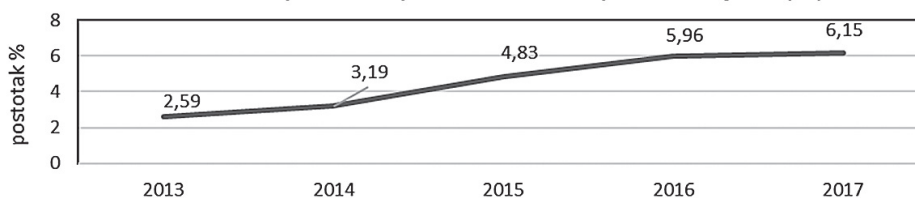
Prema službenim FiBL/IFOAM podacima kroz razdoblje od 5 godina vidljiv je rast ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj kroz razne pokazatelje. Hrvatska je 2013. godine imala 40.640,65 ha površine pod ekološkom proizvodnjom, dok je 2015. godine ta površina porasla na 75.883 ha (Grafikon 1.)



Grafikon 1: Površine pod ekološkom proizvodnjom u RH (FiBLStatistics, Pregled 2013.-2017.)

Prema podacima iz veljače 2019. godine, Hrvatska je 2017. godine imala 96.618 ha površina pod ekološkom proizvodnjom. Prema tim podacima vidljivo je da su se površine pod ekološkom proizvodnjom u razdoblju od 5 godina i više nego udvostručile. Najveće povećanje površina u promatranom razdoblju zabilježeno je 2015. godine, kada su se površine u odnosu na godinu ranije povećale za 25.828,78 ha. Kako su se površine pod ekološkom proizvodnjom povećale, tako se i udio ekološke u odnosu na ukupnu poljoprivrednu proizvodnju povećao (Grafikon 2.). Udio ekološke poljoprivrede u odnosu na ukupnu poljoprivrednu proizvodnju iznosio je 6,1% (2017.) što je značajan porast u odnosu na 2013. godinu kada je udio iznosio 2,59%.

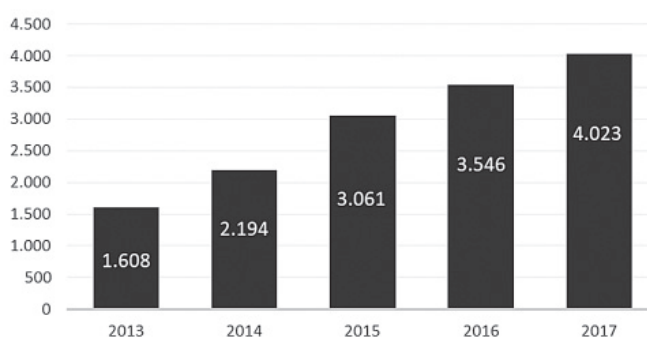
### Udio površina pod ekološkom proizvodnjom (%)



Grafikon 2: Udio površina pod ekološkom proizvodnjom u RH (FiBLStatistics, Pregled 2013. - 2017.god.)

Sukladno prethodno navedenim podacima, najveći porast udjela površina zabilježen je između 2014. i 2015. godine za 1,64%.

### Broj proizvođača



Grafikon 3: Broj ekoloških proizvođača u RH (FiBLStatistics, Pregled 2013.- 2017.god.)

U razdoblju od 2013. do 2017. broj proizvođača se povećao za 2.415, dok je najveći porast broja proizvođača zabilježen u razdoblju od 2014. do 2015. godine. Prema podacima DZS-a iz 2017., broj ekoloških proizvođača porastao je za 14% u odnosu na 2016. godinu. U odnosu na godinu ranije to je povećanje od 477 proizvođača.

Tablica 1: Površina ekološkog korištenog poljoprivrednog zemljišta po kategorijama u RH

	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Oranice i vrtovi	21.013	27.459	34.281	44.147	44.083
Trajni travnjaci	14.279	16.403	33.613	39.089	40.745
Trajni nasadi	5.368	6.192	7.924	10.358	11.790
<b>UKUPNO (ha):</b>	<b>40.660</b>	<b>50.054</b>	<b>75.818</b>	<b>93.594</b>	<b>96.618</b>

Izvor: Državni zavod za statistiku, 2013.-2017.

Tablica 2: Broj grla ekološki uzgojene stoke u RH

	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Broj grla ekološki uzgojene stoke	34.430	38.261	39.829	75.946	82.483

Izvor: Državni zavod za statistiku, 2013.-2017.

Prema podacima DZS-a (Tablica 1.) površine oranica i vrtova su se povećavale u razdoblju od 2013. do 2016. godine, dok je 2017. godine zabilježen pad od 64 ha površina oranica i vrtova. Površine pod trajnim travnjacima su se udvostručile u 2015. godini i taj broj dalje raste. Broj grla ekološki uzgojene stoke (Tablica 2.) u Republici Hrvatskoj je u razdoblju od 2013. do 2017. porastao za 48.053 grla. Najveće povećanje broja grla zabilježeno je od 2015. do 2017. godine kada se broj udvostručio.

### Zaključak

Tijekom promatranog petogodišnjeg razdoblja od 2013. do 2017. godine zabilježena su značajna povećanja površina i broja ekoloških proizvođača što ukazuje na povećan interes poljoprivrednih gospodarstava za ovaj proizvodni sustav. Cilj Akcijskog plana o povećanju udjela površina pod ekološkom proizvodnjom od 8% do 2016. godine nije ostvaren. Međutim, jačanje ekološke svijesti i ukazivanje na usku povezanost zdravlja pojedinca i načina prehrane dovode do pozitivnih kretanja na tržištu ekoloških proizvoda. Raspoloživi agroekološki resursi za ekološku proizvodnju, državne potpore te povećan interes kupaca i proizvođača stvaraju dobre preduvjete za daljnji rast i razvoj ekološke proizvodnje. Iako hrvatska javnost ima pozitivan stav oko ekološke proizvodnje, još uvijek je informiranost domaćeg tržišta i opća razina edukacije nedovoljno razvijena. Iz podataka navedenih u radu, možemo zaključiti da je potrebno fokusirati se na ostala dva neostvarena cilja prema Akcijskom planu Republike Hrvatske, povećanje broja proizvođača i udjela ekološke proizvodnje u ukupnoj poljoprivrednoj proizvodnji te osmisliti model po kojemu bismo se mogli dalje razvijati i biti konkurentni ostalim zemljama Europske unije.

### Literatura

1. Akcijski plan razvoja ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2011.-2016. godine, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, Zagreb, 2011.
2. Batelja Lodeta, K., Gugić, J., Čmelik, Z.: Ekološka poljoprivreda u Europi i Hrvatskoj s osvrtom na stanje u voćarstvu, *PomologiaCroatica*, Vol. 17-2011., br.3-4
3. Broj grla ekološki uzgojene stoke po vrstama, pregled 2013.-2017. god. [https://www.dzs.hr/App/PXWeb/PXWebHrv/Selection.aspx?px\\_path=Poljoprivreda,%20lov,%20c5%a1umarstvo%20i%20ribarstvo\\_\\_Ekolo%c5%a1ka%20poljoprivreda&px\\_tableid=EP51.px&px\\_language=hr&px\\_db=Poljoprivreda,%20lov,%20c5%a1umarstvo%20i%20ribarstvo&rxid=fc9d580f-2229-4982-a72c-cdd3e96307d3](https://www.dzs.hr/App/PXWeb/PXWebHrv/Selection.aspx?px_path=Poljoprivreda,%20lov,%20c5%a1umarstvo%20i%20ribarstvo__Ekolo%c5%a1ka%20poljoprivreda&px_tableid=EP51.px&px_language=hr&px_db=Poljoprivreda,%20lov,%20c5%a1umarstvo%20i%20ribarstvo&rxid=fc9d580f-2229-4982-a72c-cdd3e96307d3) Pristupljeno: 6.veljače 2019. godine
4. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Ekološka proizvodnja u 2017., Priopćenje, (2018.): [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2018/01-01-19\\_01\\_2018.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2018/01-01-19_01_2018.htm) Pristupljeno: 1.veljače 2019. godine
5. FiBLStatistics, Data on organicagriculturein Europe, Keyindicators, (2019.): [https://statistics.fibl.org/europe/retail-sales-europe.html?tx\\_statisticdata\\_pi1%5Bcontroller%5D=Element2Item&cHash=fb0bf78322e49d3cbb8164db04e2b18c](https://statistics.fibl.org/europe/retail-sales-europe.html?tx_statisticdata_pi1%5Bcontroller%5D=Element2Item&cHash=fb0bf78322e49d3cbb8164db04e2b18c) Pristupljeno: 1. veljače 2019. godine
6. Global organic area reaches another all-time high, (2019.) <https://www.ifoam.bio/en/system/files/fibl-press-release-world-2019-02-13-english.pdf> Pristupljeno: 6.veljače 2019. godine
7. Organic World, Global organic farming statistics and news, Yearbook "The World of Organic Agriculture" <https://www.organic-world.net/yearbook.html> Pristupljeno: 5.veljače 2019. godine
8. Površina ekološkog korištenoga poljoprivrednog zemljišta po kategorijama, pregled 2013.-2017.god. [https://www.dzs.hr/App/PXWeb/PXWebHrv/Selection.aspx?px\\_path=Poljoprivreda,%20lov,%20c5%a1umarstvo%20i%20ribarstvo\\_\\_Ekolo%c5%a1ka%20poljoprivreda&px\\_tableid=EP21.px&px\\_language=hr&px\\_db=Poljoprivreda,%20lov,%20c5%a1umarstvo%20i%20ribarstvo&rxid=fc9d580f-2229-4982-a72c-cdd3e96307d3](https://www.dzs.hr/App/PXWeb/PXWebHrv/Selection.aspx?px_path=Poljoprivreda,%20lov,%20c5%a1umarstvo%20i%20ribarstvo__Ekolo%c5%a1ka%20poljoprivreda&px_tableid=EP21.px&px_language=hr&px_db=Poljoprivreda,%20lov,%20c5%a1umarstvo%20i%20ribarstvo&rxid=fc9d580f-2229-4982-a72c-cdd3e96307d3) Pristupljeno: 1.veljače 2019. godine
9. Pejnović, D., Ciganović, A., Valjak, V., (2012.): Ekološka poljoprivreda Hrvatske: problemi i mogućnosti razvoja, *Hrvatski geografski glasnik* 74/1, 141 – 159

10. Petljak, K., (2011.): Pregled razvoja i obilježja ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj, Ekonomski vjesnik: Review of Contemporary Entrepreneurship, Business, and Economic Issues, Vol. XXIV No. 2, 2011.
11. Renko, S., Bošnjak, K., (2009.): Aktualno stanje i perspektive budućeg razvoja tržišta ekološke hrane u Hrvatskoj, Ekonomski pregled, 60 (7-8) 369-395
12. The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2018, FiBL& IFOAM – Organics International (2018): <https://shop.fibl.org/chde/mwdownloads/download/link/id/686/>  
Pristupljeno: 1. veljače 2019. godine
13. The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2019, FiBL& IFOAM – Organics International (2019): <https://shop.fibl.org/CHen/mwdownloads/download/link/id/1202/?ref=1>  
Pristupljeno: 5. veljače 2019. godine

## An overview of organic agriculture development in Croatia in the period from 2013 to 2017

### Abstract

Most of the developed countries in the world have significantly increased the share of organic production in the total agricultural production in the last decade. Croatia seeks to follow the trend of organic agriculture development and small shifts have been visible over the last few years. Compared to EU countries, despite the favourable conditions and preserved resources available to Croatia, it still lags behind most European countries. In this paper we will look at the development of organic agriculture in Croatia in the period from 2013 to 2017. According to data from 2017, the number of organic producers has increased by 14% compared to 2016. Compared to the previous year, this was an increase of 477 organic producers. In the period from 2013 to 2017, the number of producers increased by 2415. The share of organic agriculture in relation to total agricultural production was 6.1% (2017), which is a significant increase compared to 2013 when the share was 2,59% (<https://statistics.fibl.org/>). Although visible progress is still being made, Croatia cannot compete with most countries in Europe and the world, but opportunities in terms of rising demand and consumption of organic products will stimulate further development of organic agriculture in Croatia.

**Key words:** organic agriculture, development, Croatia



## Analiza kritičnih faktora uspjeha u proizvodnji kozjeg mlijeka

Jelena Kristić<sup>1</sup>, Josipa Lošonc<sup>2</sup>, Željka Klir<sup>1</sup>, Ana Crnčan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku,  
V. Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: jkristic@fazos.hr

<sup>2</sup>Studentica, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,  
Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, V. Preloga 1, 31000 Osijek

### Sažetak

Analiza kritičnih faktora na primjeru kozjeg mlijeka kao proizvoda na pravilan način pomaže proizvođačima kozjeg mlijeka kod pozicioniranja u odnosu na direktne konkurentske proizvođače kozjeg mlijeka i indirektno konkurentske proizvođače ostalih vrsta mlijeka. Temeljni cilj rada je analizirati osnovne značajke kozarstva u Republici Hrvatskoj te identificirati čimbenike vanjskog i unutarnjeg okruženja koji utječu na proizvodnju kozjeg mlijeka. Analizom kritičnih faktora uspjeha, odnosno, primjenom Porterove i PESTLE analize, zaključuje se kako negativni utjecaj na uspješnost proizvodnje kozjeg mlijeka imaju političko-pravno okruženje, potencijalni novi sudionici, konkurenti, te tehnološko okruženje i supstituti. Ostali čimbenici imaju pozitivan utjecaj na proizvodnju kozjeg mlijeka.

**Ključne riječi:** kozje mlijeko, Porterova analiza, PESTLE analiza

### Uvod

Proizvodnja kozjeg mlijeka vrlo je zahtjevna i kompleksna te je uvjetovana cijelim nizom čimbenika. Najvažniji čimbenici količine i sastava kozjeg mlijeka su pasmina (genotip), tjelesni okvir, odnosno veličina (razvijenost) vimena, hranidba, veličina legla, stadij i redoslijed laktacije (Mioč i Pavić, 2002.).

Prema podacima FAOSTAT-a za 2017. godinu, u svijetu se uzgajalo 1.174.322.598 koza što je povećanje u odnosu na 2007. godinu kada ih se uzgajalo 1.006.052.481. Najveći proizvođači su Kina (139.769.400 koza), Indija (133.347.926), Nigerija (78.037.077), Pakistan (72.200.000) i Bangladeš (59.714.709) (FAOSTAT, 2019.). U Hrvatskoj se u 2017. godini uzgajalo 76.771 koza, što je porast od 1,65% u odnosu na 2016. godinu. No ukoliko brojnost u 2017. godini usporedimo s 2007. godinom, utvrđeno je smanjenje za 16,5% (FAOSTAT, 2019.). U 2017. godini se u svijetu proizvelo 18.894.731 tona mlijeka. Najveći proizvođači su Indija (6.165.500 tona), Bangladeš (1.113.849 tona), Sudan (1.109.112 tona), Pakistan (842.036 tona) i Francuska (590.000 tona). U Hrvatskoj se u 2017. godini proizvelo 10.800 tona mlijeka, što je povećanje od 600 tona u odnosu na 2016. godinu i 4.500 tona u odnosu na 2015. godinu, ali usporedbom s 2007. godinom kada je proizvedeno 15.705 tona mlijeka vidljivo je kako je proizvodnja manja oko 30%.

Cilj rada je analizirati stanje kozarstva u Republici Hrvatskoj te identificirati kritične faktore u proizvodnji kozjeg mlijeka koji su indirektno i direktno posljedica pokretačkih sila unutar same proizvodnje.

## Materijal i metode

PESTLE analiza je analiza makrookruženja, dok je Porterova analiza, analiza sektora. Pomoću njih se dobiva okvir kojim se identificiraju sile koje djeluju unutar neke proizvodnje, ali i analizira utjecaj okruženja.

Za kreiranje PESTLE analize korišteno je pet polazišnih točaka, odnosno čimbenika te za svaki čimbenik po nekoliko podčimbenika. Unutar glavnih čimbenika okruženja identificirani su najvažniji podčimbenici koji su ocijenjeni s obzirom na smjer utjecaja koji može biti pozitivan i negativan, a boduje se ocjenama od +5 do -5 te s obzirom na važnost, odnosno intenzitet djelovanja određenog podčimbenika na proizvod kozjeg mlijeka, što se boduje ocjenama od 1 do 10 (Crnčan i sur., 2012.; Kristić i sur., 2017.; Kristić i Zmaić, 2012.). Ocjene se množe te se potom zbrajaju za svaki podčimbenik, a nakon toga se izražavaju ukupno. Maksimalan rezultat u konkretnoj analizi može biti +650, no njega je gotovo i nemoguće ostvariti, dok minimalan ostvareni rezultat može biti -650, i predstavlja apsolutno destimulirajuće uvjete okruženja.

Ukoliko je rezultat PESTLE analize pozitivan, riječ je o prilici koje proizvod ili djelatnost može iskoristiti u ostvarivanju svojih ciljeva, a ukoliko je rezultat negativan, čimbenici djeluju kao potencijalne prijetnje (Crnčan i sur., 2012.; Kristić i sur., 2017.; Kristić i Zmaić, 2012.).

Porterova analiza identificira i vrednuje utjecaj pet sila: konkurenata, kupaca, dobavljača, supstituta i novih sudionika. Svaka od ovih sila utječe na proizvod, subjekt ili promatranu djelatnost različitom snagom i intenzitetom (Kristić i Zmaić, 2012.; Kristić i sur., 2017.). Kod ove vrste analize, važno je postojanje utjecaja (+ ili -) te važnost utjecaja (1-10).

## Rezultati i rasprava

Političko-pravno okruženje u PESTLE analizi (Tablica 1.) kao podčimbenike sadrži administrativne prepreke, zaštitu proizvoda te zakone i pravilnike koji skupno ostvaruju najviše negativnih bodova (-64). Zaštita proizvoda pojedinačno ostvaruje najveći broj negativnih bodova jer lokalni proizvodi u određenoj mjeri još uvijek nisu zaštićeni, a samim time nisu niti prepoznati od strane potrošača (Štoković i sur., 2014.). Negativan utjecaj zakona i pravilnika se najviše očituje kod (ne)rješavanja problema vlasništva zemljišta i njegovu usitnjenost s posebnim naglaskom na pašnjake (Antunović i sur., 2012.). Ekonomsko okruženje u konačnici daje pozitivan rezultat zbog mogućnosti korištenja sredstava iz EU fondova te viših cijena u odnosu na kralje mlijeko (Kuns, 2015.).

U socijalnoj komponenti imamo tri podčimbenika koji se odnose na porijeklo proizvoda, tradiciju te stil života, a sinergijski donose 83 boda. Zbog stila života koje nameće moderno društvo, svi se žele hraniti što zdravije i ispravnije. U našoj zemlji koja je još uvijek okrenuta nekim tradicionalnim i starim običajima, a i zbog provjerene kvalitete u domaće proizvode, potrošačima je porijeklo proizvoda izuzetno bitno (Kristić i sur., 2017.).

Uz slabije ocijenjeno političko-pravno okruženje, bilo je za očekivati kako će se negativni bodovi odnositi i na čimbenike tehnološkog okruženja. Za domaće proizvođače je nova tehnologija preskupa s posebnim naglaskom na otvaranje mini otkupnih centara i pogona za preradu mlijeka.

Kozarstvo u Republici Hrvatskoj se treba oslanjati na prirodne uvjete jer su zapuštena zemljišta kao i površine koje su nepogodne za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju najčešće ekološki čista, što u potpunosti odgovara kozarstvu, a samim time i proizvodnji kozjeg mlijeka. Velike su prednosti i ekološki uvjeti zbog bogatstva prirodnih resursa, potpora za ekološku proizvodnju, velikog broja zaštićenih područja, očuvanog okoliša, te veće potražnje za ekološkim proizvodima (Antunović i sur., 2016.). Prirodno-ekološko okruženje donosi pozitivan rezultat s najvećim brojem bodova (+90).

Iz Tablice 1. je vidljivo kako rezultat od +132 govori da čimbenici okruženja kozjeg mlijeka, unatoč negativnom djelovanju političko-pravnog i tehnološkog okruženja, ipak djeluju poticajno. Usporedbom s maksimalnim brojem bodova od +650, dolazi se do zaključka kako je idealna situacija još uvijek daleko.

Tablica 1. PESTLE analiza kozjeg mlijeka

	Snaga	Važnost	Ukupno
<b>Političko-pravno okruženje</b>			
Administrativne prepreke	-2	6	-12
Zaštita proizvoda	-4	8	-32
Zakoni i pravilnici	-4	5	-20
<b>Ukupno</b>			<b>-64</b>
<b>Ekonomsko okruženje</b>			
Sredstva iz EU fondova	+5	7	35
Raspoloživost dohotka	-3	7	-21
Cijena mlijeka	+5	9	45
<b>Ukupno</b>			<b>+59</b>
<b>Socijalno okruženje</b>			
Porijeklo proizvoda	+4	8	32
Tradicija	+5	6	30
Stil života	+3	7	21
<b>Ukupno</b>			<b>+83</b>
<b>Tehnološko okruženje</b>			
Modernizacija tehnologije	-4	9	-36
<b>Ukupno</b>			<b>-36</b>
<b>Prirodno-ekološko okruženje</b>			
Ekološki uvjeti	+4	9	36
Raspoložive površine za uzgoj	+5	6	30
Prirodni uvjeti i prirodna bogatstva	+4	6	24
<b>Ukupno</b>			<b>+90</b>
<b>Ukupno svi čimbenici</b>			<b>+132</b>

U Tablici 2. je prikazana Porterova analiza kozjeg mlijeka koja je orijentirana na pregovaračku snagu kupaca, pregovaračku snagu dobavljača, supstitute, konkurente i ulazne barijere. Broj kupaca kozjeg mlijeka je u porastu jer je kozje mlijeko namirnica s izuzetnim omjerom hranjivih tvari i dijetetskim i terapijskim prednostima (Božanić i sur., 2002.). Kozje mlijeko je vrlo dobar izvor masnih kiselina koje imaju povoljan utjecaj na zdravlje ljudi ( $\omega$ -3,  $\omega$ -6,  $\omega$ -9 i CLA), a koje se u mlijeku mogu značajno povećati odgovarajućom hranidbom koza (Klir i sur., 2012.).

Dobavljači kod kozjeg mlijeka nemaju toliku moć jer je riječ o ekstenzivnoj proizvodnji. Najveća negativna ocjena je ostvarena u kategoriji supstituti jer je kravlje mlijeko cjenovno pristupačnije za potrošače, dok uvoz predstavlja opasnost u domeni kvalitete.

Tablica 2. Porterova analiza kozjeg mlijeka

	Utjecaj	Važnost	Prosječno
Pregovaračka snaga kupaca			
Kupci	+	9	+8
Trendovi i zdravlje	+	6	
Pregovaračka snaga dobavljača			
Broj dobavljača	+	4	+4
Ekonomska snaga dobavljača	+	4	
Supstituti			
Uvoz	-	8	-9
Ostale vrste mlijeka	-	9	
Konkurenti			
Razlike u kvaliteti mlijeka	-	8	-8
Otkupni centri	-	8	
Potencijalni novi sudionici			
Stručnost i iskustvo	-	7	-7

Konkurenti i potencijalno novi sudionici također negativno utječu na proizvodnju kozjeg mlijeka, najviše zbog neujednačenosti u kvaliteti mlijeka i mliječnih proizvoda, što direktno može utjecati na proizvođače koji s tim nemaju problema. Nepostojanje otkupnih centara u pojedinim dijelovima zemlje je također veliki problem prilikom odlučivanja o pokretanju ove vrste proizvodnje.

### Zaključak

Proizvodnja kozjeg mlijeka u Republici Hrvatskoj je prema provedenim analizama potencijalno perspektivna proizvodnja koja bi ostvarila još veći potencijal promjenama u zaštiti proizvodnje i proizvoda od kozjeg mlijeka, rješavanju problema usitnjenosti zemljišta, modernizacijom tehnologije kojom bi se omogućilo kontinuirano ostvarivanje kvalitativnih standarda, osnivanjem mini otkupnih centara na područjima gdje postoji uzgoj koza te jačim promotivnim aktivnostima s naglaskom na porijeklo proizvoda i zdravstvene koristi konzumacije za cjelokupnu populaciju.

### Napomena

Rad je proizašao iz završnog rada „Analiza kritičnih faktora uspjeha u proizvodnji kozjeg mlijeka“ autorice Lošonc Josipe, studentice preddiplomskog sveučilišnog studija „Agroekonomika“ na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek.

### Literatura

1. Antunović, Z., Novoselec, J., Klir, Ž. (2012): Ovčarstvo i kozarstvo u Republici Hrvatskoj – stanje i perspektiva. *Krmiva*, 54 (3): 99-109.
2. Antunović, Z., Novoselec, J., Klir, Ž. (2016): Ekološko ovčarstvo i kozarstvo u Republici Hrvatskoj – stanje i perspektive razvoja. U: *Zbornik radova*, 51. hrvatski i 11. međunarodni simpozij agronoma, Pospišil, M. (ur.), Agronomski fakultet Zagreb, Zagreb, 306-310.
3. Božanić, R., Tratnik, Lj., Drgalić, I. (2002): Kozje mlijeko: karakteristike i mogućnosti. *Mljekarstvo*, 52 (3): 207-237.
4. Crnčan, A., Hadelan, L., Kristić, J. (2017): Kompetitivna analiza proizvodnje jaja u stajskom sustavu držanja. *Agronomski glasnik*, 78 (2-3): 115-126.
5. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL> (05.03.2019.)

6. Klir, Ž., Antunović, Z., Novoselec, J. (2012): Utjecaj hranidbe koza na sadržaj masnih kiselina u mlijeku. *Mljekarstvo*, 62 (4): 231-240.
7. Kristić, J., Razman, D., Zmaić, K., Klir, Ž. (2017): Kompetitivna analiza ovčjeg mlijeka kao proizvoda. *Agroeconomia Croatica*, 7 (1): 25-34.
8. 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, 112-113.
9. Kuns, A. (2015): Udružili se ovčari i kozari Slavonije i Baranje. [www.agroklub.com/stocarstvo/udruzili-se-ovcari-i-kozari-slavonije-i-baranje](http://www.agroklub.com/stocarstvo/udruzili-se-ovcari-i-kozari-slavonije-i-baranje) (25.02.2019.)
10. Mioč, B., Pavić, V. (2002): *Kozarstvo*. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
11. Štoković, I., Kostelić, A., Džakula, R., Mulc, D. (2014): Kuda ide hrvatsko ovčarstvo i kozarstvo? U: Zbornik predavanja 16. savjetovanja uzgajivača ovaca i koza u RH, Mulc, D. (ur.). Hrvatska poljoprivredna agencija, Zagreb, 113-117.

## Critical success factors analysis in goat milk production

### Abstract

Critical success factors analysis of goat milk as a product helps the producers of goat milk in positioning in relation to direct competitor producers of goat's milk and indirect competitor producers of other types of milk. The aim of the paper is to analyse the basic characteristics of goat breeding in the Republic of Croatia and to identify the factors influencing the production of goat milk in the external and internal environment. By critical success factors analysis, i.e. through Porter's and PESTLE analysis, it is concluded that the negative impact on goat's milk production efficiency has a political-legal environment, potential new participants, competitors, and technological environment and substitutes. Other factors have a positive effect on goat's milk production.

**Key words:** goat milk, Porter's analysis, PESTLE analysis

## Konjički turizam - potencijal razvitka Državne ergele Đakovo

Jadranka Deže, Mirjana Baban, Ljubica Ranogajec

*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: mbaban@fazos.hr*

### Sažetak

Uzgoj i selekcija lipicanskih konja primarni su cilj Državne ergele Đakovo. Posljednjih nekoliko godinaganaglasak se stavlja na razvitak turističke djelatnosti. Integralni dio cilja društveno gospodarskog razvitka istočne Hrvatske svakako je povećanje turističke ponude i atraktivnosti đakovačke ergele kroz promociju različitih oblika konjičkog turizma. Kako uzgoj konja sam po sebi nije svrha, njihova radna sposobnost se testira kroz zaprežni i dresurni konjički sport, a lipicanac postaje prepoznatljiv brend za kreiranje turističkog proizvoda, obogaćivanje turističke ponude i razvitak konjičkog turizma u kontinentalnom dijelu Hrvatske. U cilju prepoznavanja stanja i mogućnosti konjičkog turizma utvrđeni su rastući trendovi u vrijednostima ukupnih prihoda, prihoda od usluga uz prosječni rast indeksa ikoličini potražnje posjetitelja u petogodišnjem razdoblju. Kako bi se prepoznale smjernice u potrebnim aktivnostima za buduću potražnju diferencirani su tržišni segmenti.

**Ključne riječi:** lipicanci, konjički turizam, prihodi, tržišni segmenti

### Uvod

Državna ergela Đakovo jedna je od najstarijih ergela u Europi, osnovana 1506. godine, u kojoj su se u prvih 300 godina uzgajali arapski konji. Lipicanski konji se uzgajaju 213 godina, od 1806. godine. Osim svoje osnovne djelatnosti očuvanja genetskog potencijala lipicanske pasmine, korištenja vrhunskih grla u zaprežnom i dresurnom sportu (Baban i sur. 2011; Baban i sur., 2013.), vrlo velik značaj ima turistička djelatnost ergele koja je zbog svoje atraktivnosti i tradicije (Lončar i sur., 2016.) postala nezaobilazno odredište turističkih posjeta u Đakovu. Đakovačka ergela nudi brojne turističke sadržaje i edukacijske programe na lokacijama Pastuharne i ergele Ivandvor. Konjičke predstave se odvijaju tijekom cijele godine, a tematske predstave se odnose na Božićni bal lipicanaca, Uskrs na ergeli Đakovo, Đakovačke vezove, Dane otvorenih vrata – godišnjica osnivanja Ergele Đakovo, Manifestaciju Sv. Hubert, kao i vožnje kočijama te suu ponudii dodatni programi za djecu. Pastuharnu i ergelu Ivandvor je 2013. godine posjetilo 14.026 posjetitelja, dok je 2018. godine taj broj narastao na 25.199.

Turizam kao gospodarska aktivnost važan je dio održivog nacionalnog gospodarskog razvoja kako zbog brojnih resursa koje koristi, tako i zbog ostalih gospodarskih djelatnosti koje uključuje (Deže i sur., 2009.). Komparativna prednost u razvoju turizma đakovačkog područja je upravo konjički turizam jer Državna ergela Đakovo predstavlja jedinstven nacionalni resurs koji je potrebno intenzivnije staviti u funkciju razvoja turističke ponude. Strateško planiranje dugoročne turističke aktivnosti i ekonomske održivosti postiže se definiranjem ciljeva, te utvrđivanjem mjera i aktivnosti

koje je potrebno ostvariti kako bi se konjički turizam unaprijedio (Krstić i sur.,2011.).Sabolski, (2013.) ističe kako u razvijenim europskim zemljama, agroturizam, lovni turizam, ekoturizam, zdravstveni turizam, a posebice turizam vezan za konjogojstvo i konjičku industriju, predstavlja značajan poticaj za razvoj gospodarstva kao suvremeni oblik odmora i rekreacije. U Državnoj ergeli Đakovopostoje pretpostavke za razvijanje navedenih oblika turizma.

### Materijal i metode

Materijali korišteni pri istraživanju temelje se na podacima iz Izvješća o radu te financijskih izvješća Državne ergele Đakovo vezano za poslovanje odjela turizma u petogodišnjem razdoblju (od 2013. do 2018. godine). Analizom su obuhvaćene sve aktivnosti koje su se odnosile na promociju, prezentaciju i posjete đakovačkoj ergeli, a za prikazivanje analiziranih podataka su korištene znanstvene metode financijske analize, komparacije prikupljenih i obrađenih podataka te analiza vremenskih nizova kao osnova za uočavanje dugoročnih tendencija u razvoju pojava i kretanju praćenih promjena.

### Rezultati i rasprava

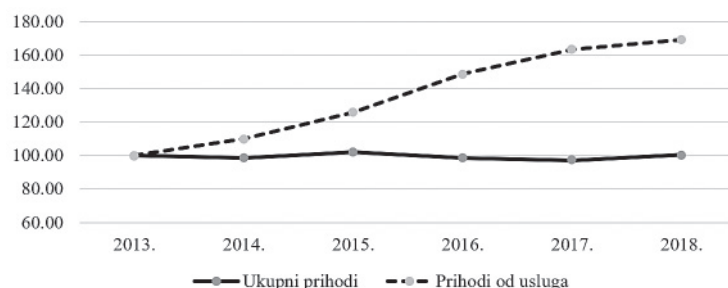
Interna analiza financijskih izvješća omogućuje menadžmentu i zaposlenicima informacije o ekonomskoj uspješnosti upravljanja, odnosno što mogu očekivati u budućem razdoblju poslovanja (Ranogajec, 2009.). Analizom prihoda kao pokazatelja povećanja ekonomske učinkovitosti tijekom određenog razdoblja, utvrđen je rast vrijednosti ukupnog prihoda kao i prihoda od usluga za razdoblje od 2013. do 2018. godine (Tablica 1.).

Tablica 1. Vrijednosti ukupnog prihoda i prihoda od usluga za razdoblje 2013.-2018.

	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Ukupni prihodi, kn	12.369.605	12.185.650	12.600.963	12.186.239	12.015.821	12.416.926
Prihodi od usluga, kn	327.049	359.310	410.704	486.928	534.681	553.419
Udjel prihoda od usluga u ukupnom prihodu, %	2,64	2,95	3,26	4,00	4,45	4,46

Izvor: izrada autora prema podacima Državne ergele Đakovo (<http://dedl.hr/hr/godisnja-izvjesca>)

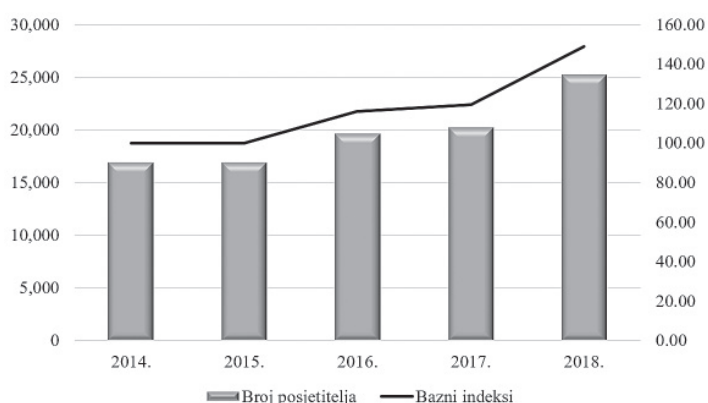
Uočava se rast prihoda od prodaje usluga. U cilju prepoznavanja dugoročnih tendencija rasta načinjeni su izračuni baznih indeksa i analizirana je promjena vrijednosti u odnosu na početnu 2013. godinu (Grafikon 1.).



Grafikon 1. Bazni indeksi ukupnog prihoda i prihoda od usluga za razdoblje 2013.-2018.

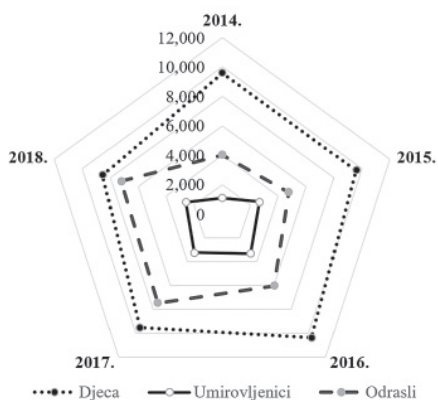
Izvor: izrada autora prema podacima Državne ergele Đakovo (<http://dedl.hr/hr/godisnja-izvjesca>)

Iz prethodnog grafikona uočljivo je kako je prosječni petogodišnji rast prihoda od usluga bio 36,17% godišnje. Količina potražnje u konjičkom turizmu osnovni je pokretač aktivnosti. Tržište turističke potražnje vrlo je dinamično, promjenjivo i usmjereno suvremenim oblicima turizma u kojim se naglašava značenje bliskog kontakta s prirodnim okruženjem. Konjički turizam može ponuditi i razvijati turistički proizvod koji povezuje boravak u prirodi i individualni kontakt s konjima. Izravno povezuje brojne specifične oblike turizma – rekreacijske, rehabilitacijske, kulturne, ekološke, edukacijske i ostale. Kako bi se državna ergela više komercijalizirala, potrebno je međusobno povezati specifične oblike i stvoriti jedinstveni turistički proizvod temeljen na turističkom doživljaju (Brčić-Stipčević i sur., 2010.). Zbog utvrđivanja smjernica buduće komercijalizacije obavljena je analiza posjetitelja (Grafikon 2.).



Grafikon 2. Broj posjetitelja i bazni indeksi (Izvor: izrada autora prema podacima Izvješća o radu turističkog odjela Državne ergele Đakovo)

Komparacijom prikupljenih i obrađenih podataka te analizom vremenskih nizova kao osnovom za uočavanje dugoročnih tendencija utvrđeno je kako je prosječni rast indeksa 16,85% godišnje. Slijedom utvrđenog, realno je pretpostaviti nastavak rasta broja posjetitelja Državnoj ergeli Đakovo u budućem razdoblju. Kako bi se postigla očekivana posjećenost i/ili ostvario rast iznad očekivanog, neophodno je prepoznati tržišne segmente i usmjeriti interne turističke aktivnosti na rast potražnje (Grafikon 3.).



Grafikon 3. Tržišni segmenti posjetitelja – djeca, umirovljenici i odrasli (Izvor: izrada autora prema podacima Izvješća o radu turističkog odjela Državne ergele Đakovo)



Segmentacija tržišta predstavlja postupak s ciljem prepoznavanja potreba posjetitelja, gostiju, izletnika i ostalih turista kako bi se maksimiziralo zadovoljstvo uslugama i kvalitetom usluge te u cilju maksimalizacije financijskog rezultata. Na osnovu prikupljenih demografskih podataka utvrđeni su tržišni segmenti koji su determinirani i grupirani u tri skupine: djeca, umirovljenici i odrasli posjetitelji. Prioritetni tržišni segment su djeca (52,92%), zatim slijede odrasle osobe (32,78%) i umirovljenici (14,30%). Buduće smjernice u strateškom planiranju konjičkog turizma moguće je prepoznati u poticanju aktivnosti usmjerenih na prioritetne tržišne segmente ili aktivnosti kojima bi se osnažili oni segmenti koji su manje zastupljeni. Ovakav model se koristi kako bi se postigla visoka razina pouzdanosti i tržišno pozicioniranje na lokalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini.

### Zaključak

U Državnoj ergeli Đakovo utvrđena je pozitivna tendencija razvitka konjičkog turizma. Tijekom analiziranog razdoblja prosječan broj posjetitelja rastao je po stopi od 16,85%. Rastuća tendencija prihoda je od usluga uz prosječnu stopu 36,17% te udjela prihoda od usluga u ukupnom prihodu (od 2,64 do 4,46%) što ukazuje na ekonomsku opravdanost aktivnosti vezanih uz konjički turizam. Završetkom projekta Multimedijalnog izložbenog centra u zatvorenoj jahaonici Pastuharne te lokacije Ivandvor, planira se dodatna ponuda koja će utjecati na prepoznatljivost i razvoj regije naglaskom na kulturno-turističku ponudu Državne ergelje Đakovo.

### Literatura

1. Baban, M., Sakač, M., Korabi, N., Antunović, B., Mijić, P., Ivanković, A., Ramljak, J. (2011): Analysis of Horse Breeding and Equestrian Sports in the Republic of Croatia. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27, (3), 415-429.
2. Baban, M., Gregić, M., Korabi, N., Antunović, B. (2013): Konjogojstvo u Republici Hrvatskoj – stanje i perspektiva. *Krmiva*, 54, (3), 89-98.
3. Brčić-Stipčević, V., Petljak, K., Renko, S. (2010): Ekoagroturizam – pokretač održivog razvoja turizma. Leko Šimić, M. (ur.) *Turizam i agroturizam u funkciji održivog razvitka, Sveučilište u Osijeku, Ekonomski fakultet, Osijek*, 104-120.
4. Deže, J., Kristić, J. (2009): Strategija razvoja seoskog turizma baranjskog područja, Globalizacija i regionalni identitet, Sadašnjost i budućnost sela i poljoprivrede, Petrač, B., Šundalić, A., Zmaić, K. (ur.). Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku, 171-190.
5. Kristić, J., Deže, J., Sudarić, T. (2011): Seoskim turizmom prema održivom razvoju, Zbornik radova 4. međunarodnog znanstveno-stručnog skupa Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša, *Osječki list, Osijek*, 178-182.
6. Lončar, D., Gregić, M., Korabi, N., Ravas, M., Mijić, P., Bobić, T. (2016): Tradicija uzgoja lipicanaca u Slavoniji. *Proceedings & Abstracts, 9th International scientific/professional conference, Agriculture in nature and environment protection. Osijek, Glas Slavonije d.d., Osijek*, 262-266.
7. Ranogajec, Lj. (2009): Računovodstvo u poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek
8. Sabolski, P. (2013): Marketing - mix na primjeru Ergele Đakovo. Ekonomski fakultet, Osijek.
9. Državna ergela Đakovo, dostupno na: [http://ergela-djakovo.hr/hr/\(2.03.2019.\)](http://ergela-djakovo.hr/hr/(2.03.2019.))

## Horse Tourism - Development Potential of the Đakovo State Stud Farm

### **Abstract**

Breeding and selection of the Lipizzan horses are the primary goal of the Đakovo State Stud Farm. The last few years have been focused on the tourist activity development. An integral part of the socio-economic development objective of Eastern Croatia is certainly the tourist offer and attractiveness increase of Đakovo State Stud Farm by the promotion of various horse tourism forms. Since horse breeding is not a purpose in itself, their work ability is tested via horse drawn and equestrian horse sport. The Lipizzan horses have become a recognizable brand for tourism product design, enrichment of tourist offer and the horse tourism development in the continental part of Croatia. Increasing trends in the values of total revenues as well as service revenues along with the average index growth and the quantity of visitors demand in a five year period have been established aiming to identify conditions and opportunities of the horse tourism. The market segments have been differentiated in order to identify guidelines in the required activities for the future demand growth.

**Key words:** Lipizzan, horse tourism, revenue, market segments

## Potrebe i planirana ulaganja u poljoprivrednu infrastrukturu na području Krapinsko-zagorske županije

Mateja Jež Rogelj<sup>1</sup>, Jasmina Vagan<sup>2</sup>, Lari Hadelan<sup>1</sup>, Tihana Kovačićek<sup>1</sup>, Ornella Mikuš<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Agronomski Fakultet Sveučilišta u Zagrebu,  
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska; e-mail: lhadelan@agr.hr*

<sup>2</sup>*Vučak 102, 49221 Bedekovčina*

### Sažetak

Cilj rada je bio utvrditi stanje javne poljoprivredne infrastrukture na području Krapinsko-zagorske županije, definirati potrebe poljoprivrednih proizvođača prema poljoprivrednoj infrastrukturi i temeljem dobivenih podataka dati prijedlog ulaganja u istu. Poljoprivrednici smatraju kako u promatranoj županiji najviše nedostaju otkupne stanice, mljekare, hladnjače i klaonice, dok gradovi i općine planiraju uložiti u izgradnju tržnica i vinskih cesta. Istraživanje ukazuje i na nedovoljnu informiranost poljoprivrednika obzirom da navode kako ne postoji dovoljno infrastrukturnih kapaciteta za njihove potrebe, dok s druge strane za velik broj istih ne znaju je li uopće postoje. Navedeno ukazuje na potrebu za promocijom postojećih objekata, posebice onih u privatnom vlasništvu koji su pred zatvaranjem zbog nedovoljnog broja korisnika.

**Cljučne riječi:** Krapinsko-zagorska županija, poljoprivredna infrastruktura, ulaganja

### Uvod

Poljoprivrednu infrastrukturu čine svi izgrađeni objekti i sustavi tehničke i institucionalne podrške koji omogućuju efikasno odvijanje poljoprivrednih aktivnosti, a mogu biti u državnom i privatnom vlasništvu. Patel (2010.) grupira poljoprivrednu infrastrukturu u sljedeće kategorije: a) infrastruktura temeljena na inputima: sjeme, gnojiva, pesticidi, poljoprivredna oprema i strojevi itd., b) infrastruktura temeljena na resursima: voda/navodnjavanje i energija, c) fizička infrastruktura: cestovna povezanost, prijevoz, skladištenje, prerada, očuvanje itd., d) institucionalna infrastruktura: obrazovne ustanove, informacijske i komunikacijske usluge, financijske usluge, marketing itd. Klasifikaciju poljoprivredne infrastrukture na primjeru Afrike iznose Gajigo i Lukoma (2011.). Oni navode da se razlikuju tri vrste poljoprivredne infrastrukture: a) cestovne mreže, b) sustavi za navodnjavanje i c) sustavi za skladištenje nakon žetve, jer sve to ima izravan utjecaj na jačanje poljoprivredne produktivnosti. Ukoliko promatramo poljoprivrednu infrastrukturu unutar agrobiznisa onda tu infrastrukturu prema Ljubaj i Franić (2014.) čine grane, objekti i aktivnosti u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji, preradi, distribuciji i potrošnji.

Funkcija poljoprivredne infrastrukture je izravno smanjivanje proizvodnih gubitaka, povećavanje tržišne vrijednosti poljoprivrede i unapređenje primarne poljoprivredne proizvodnje, stoga je toj temi itekako potrebno posvetiti više pažnje.

Nepostojanje baze informacija o raspoloživim infrastrukturnim objektima u poljoprivredi i analiza njihovog stanja otežava donositeljima odluka i poljoprivrednim proizvođačima planiranje poljoprivredne proizvodnje i budućih investicija u poljoprivrednu infrastrukturu na području Krapinsko-

zagorske županije. Cilj ovog rada bio utvrditi stanje i lokaciju javne poljoprivredne infrastrukture na području Krapinsko-zagorske županije, definirati potrebe poljoprivrednih proizvođača prema poljoprivrednoj infrastrukturi i temeljem dobivenih podataka dati prijedlog ulaganja u istu.

### Materijal i metode

U izradi rada korišteni su primarni i sekundarni izvori podataka. Sekundarni podatci dobiveni su iz arhiva raznih institucija koje djeluju na području Krapinsko-zagorske županije (Zagorska razvojna agencija, LAG-ovi..), zatim arhiva jedinica lokalne samouprave, literature o infrastrukturi u poljoprivredi i internet izvora o infrastrukturnim objektima na istraživanom području.

Podaci o poljoprivrednoj infrastrukturi su od jedinica lokalne samouprave prikupljeni anketnim upitnikom. Anketni upitnici za gradove/općine upućeni su na službene elektronske adrese jedinica lokalne samouprave, osobama zaduženim za područje poljoprivrede ili odnose s javnošću. Istraživanje je provedeno u travnju 2017. godine. Anketni upitnici su poslani na 32 elektronske adrese, a povratna informacija je stigla od 11 gradova/općina. Anketni upitnik se sastojao od pet pitanja i to o postojećim javnim poljoprivrednim infrastrukturnim objektima, zatim o stajalištima predstavnika gradova i općina prema poljoprivrednoj infrastrukturi i o njihovim prošlim i budućim ulaganjima u istu na području koje pokrivaju.

Primarni podaci o potrebama poljoprivrednika prema infrastrukturi u poljoprivredi prikupljeni su anketnim upitnikom koji je proveden s vlasnicima ili članovima poljoprivrednih gospodarstava na području Krapinsko-zagorske županije te su obrađeni u programu SPSS 17.0. Anketnim se upitnikom nastojalo utvrditi mišljenje poljoprivrednih proizvođača o dostupnosti poljoprivredne infrastrukture u njihovoj županiji. Veličina uzorka je 43 ispitanika, a sam anketni upitnik sastojao se od 21-og pitanja. Anketa je provedena u ožujku i travnju 2017. godine.

### Rezultati i rasprava

Na pitanje postoji li dovoljno javne poljoprivredne infrastrukture na području njihovog grada/općine koja može zadovoljiti potrebe njihovih poljoprivrednih proizvođača, predstavnici čak 10 gradova/općina, koliko ih je ispunilo anketu, odgovorili su da ne postoji. Jedino su predstavnici općine Zlatar Bistrica odgovorili kako s obzirom na malu površinu općine i mali broj stanovnika i poljoprivrednika trenutno postoji dovoljno javne poljoprivredne infrastrukture, ali će u budućnost biti potrebna ulaganja. Dostupnu infrastrukturu na području 11 gradova/općina unutar Krapinsko-zagorske županije može se vidjeti u (Tablici 1.).

Tablica 1. Poljoprivredna infrastruktura u gradovima i općinama na području Krapinsko-zagorske županije

Grad/Općina	Postojeća poljoprivredna infrastruktura
Krapina	Nemapodataka
Zabok	Lokalne tržnice i veletržnice te poljoprivredne burze, vinske ceste i slične agroturističke atrakcije
Bedekovčina	Mlin i laboratorij za analizu tla
Đurmanec	Vinske ceste i slične agroturističke atrakcije
Konjšćina	Hladnjače, razvojne agencije i LAG-ovi, vinske ceste i slične agroturističke atrakcije, objekti za preradu bilo kojeg tipa poljoprivrednih sirovina i objekti za prodaju i prezentaciju poljoprivrednih proizvoda
Lobor	Mlin
Mihovljan	Nema poljoprivredne infrastrukture
Novi Golubovec	Razvojne agencije i LAG-ovi i objekti za prodaju i prezentaciju poljoprivrednih proizvoda
Radoboj	Programi usavršavanja poljoprivrednika
Tuhelj	Objekti za prodaju i prezentaciju poljoprivrednih proizvoda
Zlatar Bistrica	Hladnjače, lokalne tržnice i veletržnice te poljoprivredne burze, razvojne agencije i LAG-ovi i objekti za preradu bilo kojeg tipa poljoprivrednih sirovina

Što se tiče procjene stanja poljoprivrednih putova na području gradova i općina, koji su dio javne poljoprivredne infrastrukture jer služe poljoprivrednim proizvođačima za pristup njihovim površinama, odgovori predstavnika gradova i općina nisu ujednačeni. Na području dviju općina putevi se održavaju redovito i u dobrom su stanju, u šest su općina u zadovoljavajućem stanju i održavaju se ukoliko poljoprivrednici ukažu na probleme dok u tri općine puteve većinom održavaju njihovi korisnici, tj. poljoprivrednici jer predstavnici općine smatraju kako to nije zadatak grada/općine.

Infrastrukturni objekti koji po mišljenju ispitanika nedostaju u Krapinsko-zagorskoj županiji navedeni su u (Tablici 2.).

Tablica 2. Poljoprivredna infrastruktura za koju poljoprivredni proizvođači smatraju da nedostaje u Krapinsko-zagorskoj županiji

Vrsta poljoprivredne infrastrukture za koju ispitanici smatraju da nedostaje u županiji	Broj ispitanika koji smatraju da navedena infrastruktura nedostaje u županiji
Hladnjača	13
Zadruge	1
Mljekara	10
Klaonica	10
Otkupna stanica	19
Mini sirana	1
Tržnice i ostala prodajna mjesta	4
Objekti za preradu i skladištenje poljoprivrednih proizvoda	4
Valionica	1
Sustav za navodnjavanje	1
Sušara	2
Servisna radionica	1

U odgovorima ispitanika prevladavaju otkupne stanice, hladnjače, mljekare i klaonice. Ispitanici navode kako bi željeli prodavati svoje proizvode otkupnim stanicama, ali bez prethodno ugovorene kupoprodaje.

Istraživanje je također pokazalo kako poljoprivredni proizvođači u Krapinsko-zagorskoj županiji nisu dovoljno informirani o poljoprivrednoj infrastrukturi na svojem području, posebice onoj u privatnom vlasništvu. S jedne strane navode da ne postoji dovoljno infrastrukturnih kapaciteta za njihove potrebe, dok s druge strane za velik broj istih ne znaju je li uopće postoje. Navedeno ukazuje na potrebu za promocijom postojećih objekata, posebice onih u privatnom vlasništvu koji su pred zatvaranjem zbog nedovoljno klijenata (npr. mlinovi).

Gradovi i općine u Krapinsko-zagorskoj županiji sve više ulažu u otvaranje tržnica što će donekle riješiti plasman poljoprivrednih proizvoda. Osim u tržnice, gradovi i općine planiraju uložiti u vinske ceste, održavanje nerazvrstanih cesta (u koje spadaju i poljoprivredni putovi) i u dodjelu potpora za poljoprivrednu proizvodnju. Planirana ulaganja u poljoprivrednu infrastrukturu ukazuju na to da se polako počinje shvaćati njen značaj za boljitak poljoprivrede i ruralnih prostora s čime se slaže i Patel (2010) koji ističe da većina istraživanja prepoznaje kako infrastrukturna ulaganja imaju snažan utjecaj na ruralni dohodak, a posebno na mala gospodarstva. Uz to također ističe da adekvatna infrastruktura povećava produktivnost poljoprivrednih gospodarstava i smanjuje troškove poljoprivredne proizvodnje, a njena brza ekspanzija ubrzava poljoprivrednu i ekonomsku stopu rasta. Procjenjuje se da je porast stanja infrastrukture za 1% povezan s rastom BDP-a od 1% u svim zemljama.

## Zaključci

Premda se povećava svijest poljoprivrednih proizvođača o važnosti poljoprivredne infrastrukture, kako za poljoprivrednu proizvodnju tako i za razvitak ruralnih područja, ulaganja u istu još uvijek ne slijede trendove u razvijenijim zemljama. Gradovi i općine s područja Krapinsko-zagorske županije planiraju uložiti u izgradnju tržnica i vinskih cesta što nije u skladu s mišljenjem poljoprivrednika koji smatraju da u njihovoj županiji nedostaju otkupne stanice, mljekare, hladnjače i klaonice. Usprkos tome, sva planirana ulaganja će biti od velike koristi poljoprivrednim proizvođačima. Kako bi bolje zadovoljili potrebe za poljoprivrednom infrastrukturom poljoprivrednici bi se trebali udružiti i ući u veće infrastrukturne investicije, a ne očekivati od općina/gradova da to učine za njih.

## Napomena

Ovaj rad je nastao na temelju diplomskog rada Jasmine Vagan: „Raspoloživost poljoprivredne infrastrukture u Krapinsko-zagorskoj županiji“, obranjenog 7. srpnja 2017. godine na Sveučilištu u Zagrebu, Agronomski fakultet. Mentor: Lari Hadelan, neposredni voditelj: Mateja Jež Rogelj.

## Literatura

1. Gajigo, O., Lukoma, A. (2011): Infrastructure and Agricultural Productivity in Africa. <https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Publications/Infrastructure%20and%20Agricultural%20Productivity%20in%20Africa%20FINAL.pdf> (20.4.2017.).
2. Krapinsko-zagorska županija. [www.kzz.hr](http://www.kzz.hr) (2.3.2017.).
3. Lokalna akcijska grupa „Prigorje-Zagorje“. <http://www.lag-prizag.hr/> (7.3.2017.).
4. Lokalna akcijska grupa „Zagorje-Sutla“. <http://www.zagorje-sutla.eu/> (7.3.2017.).
5. Lokalna akcijska grupa „Zeleni bregi“. <http://www.zeleni-bregi.hr/index.php> (7.3.2017.).
6. Ljubaj, T., Franić, R. (2014): Ekonomika infrastrukture u agrobiznisu. Interna skripta za studente Agronomskog fakulteta u Zagrebu. [https://bib.irb.hr/datoteka/679765.Skripta\\_-\\_predavanja\\_EIA-Ljubaj\\_110114.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/679765.Skripta_-_predavanja_EIA-Ljubaj_110114.pdf) (10.3.2017.).
7. Patel, A. (2010): Infrastructure For Agriculture&Rural Development In India. <https://www.microfinancegateway.org/sites/default/files/mfg-en-paper-infrastructure-for-agriculture-rural-development-in-india-need-for-a-comprehensive-program-adequate-investment-sep-2010.pdf> (20.4.2017.).
8. Zagorska razvojna agencija. <http://www.zara.hr/> (8.3.2017.).

## Needs and planned investments in agricultural infrastructure in the Krapina-Zagorje County

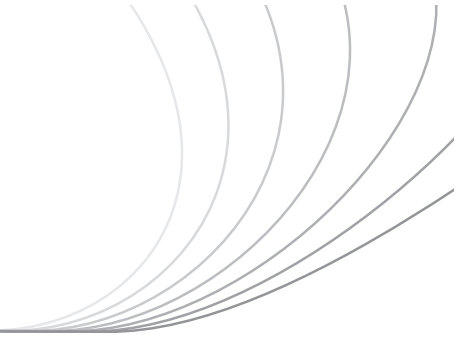
### Abstract

The aim of the paper was to determine the objects of public agricultural infrastructure in the Krapina-Zagorje County, to define the needs of the agricultural producers for agricultural infrastructure and to provide the investment proposal based on the obtained data. Farmers believe that in the monitored County are mostly lacking the redemption stations, dairies, cold storages and slaughterhouses while cities and municipalities are planning to invest in marketplaces and wine roads. The survey also points to insufficient information of farmers as they claim that there is not enough infrastructure capacity for their needs, while on the other hand, many of them do not know that they exist at all. The above suggests the need for the promotion of existing facilities, especially those privately owned that are closed due to insufficient number of users.

**Key words:** Krapina-Zagorje County, agricultural infrastructure, investments



## Section V



# **Agricultural machinery**

## **Poljoprivredna mehanizacija**





## Prikaz i metodologija upravljanja urbanom vegetacijom u GIS okruženju

Mladen Jurišić<sup>1</sup>, Ivan Plaščak<sup>1</sup>, Dorijan Radočaj<sup>1</sup>,  
Željko Barač<sup>1</sup>, Anđelko Zdravac<sup>2</sup>, Marija Ramić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska, email: mjurisic@fazos.hr

<sup>2</sup>Zagrebački Holding d.o.o., podružnica Zrinjevac, Remetinečka cesta 15, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Potencijal geoinformacijskih sustava značajan je u svim djelatnostima vezanim uz prostor, prilikom čega postoje značajne mogućnosti u upravljanju urbanom vegetacijom. Planski uzgoj zelenila u gradu od velikog je značaja radi pozitivnog učinka na mikroklimu i zdravlje ljudi u gradovima. U radu je vidljiv prikaz metodologije izrade geoinformacijskih sustava i posebnosti njihove primjene kod urbane vegetacije kroz postupke prikupljanja, obrade, analize i upravljanja te vizualizacije prostornih podataka. Za svaku aktivnost prilikom uspostave geoinformacijskih sustava zelenih površina prikazana je i njezina praktična realizacija u Hrvatskoj na primjeru Grada Zagreba. Provedenim postupcima inventarizacije i analize prostornih podataka zelenih površina u gradu, opisan je primijenjeni model kvalitetnog upravljanja resursima koji može poslužiti kao primjer ostalim djelatnostima i na državnoj razini.

**Ključne riječi:** GIS, urbana vegetacija, Grad Zagreb, inventarizacija.

### Uvod

Obzirom na sve veći značaj prostornih podataka geoinformacijski sustav (GIS) predstavlja jednu od najperspektivnijih informacijskih tehnologija današnjice (Longley i sur., 2005.).

Dimoudi i Nikolopoulou (2003.) navode važnost vegetacije u urbanim područjima zbog povoljnog utjecaja na mikroklimu grada. Temeljem istraživanja Bowler i sur., (2010.), ustanovljeno je da temperatura zraka zelenila u gradovima iznosi otprilike 1°C manje nego na urbanim površinama bez zelenila. Pozitivan utjecaj urbane vegetacije na okoliš osjetan je i izvan granica parkova i sličnih zelenih površina. Hirabayashi i sur. (2012.) navode značaj urbane vegetacije za kvalitetu zraka u gradu korištenjem GIS alata, kao i mogućnost projektiranja novih zelenih područja ovisno o stupnju zagađenosti zraka u određenom dijelu grada. Urbana vegetacija također pozitivno utječe na opću kvalitetu ljudskog zdravlja, bioraznolikost i urbanu arhitekturu.

Različiti uvjeti u kojima se biljke u urbanim sredinama nalaze utječu na način i intenzitet provođenja mjera održivog razvoja. Jedinstveno okruženje za rast vegetacije u gradu, koje čine gusta izgrađenost i ekstremno utjecaj antropogenih faktora, negativno utječu na kvalitetu života biljnih organizama urbane sredine (Chen i sur., 2011.). Jedna od temeljnih aktivnosti poboljšanja uvjeta za rast vegetacije je detaljna inventarizacija, tj. utvrđivanje količine, kvalitete i prostornog

položaja biljnog materijala koji se nalazi na javnim zelenim površinama urbanog područja. Kvalitetna inventarizacija omogućava efikasno upravljanje resursima urbane vegetacije kroz postupke sadnje, rezidbe, njege i uklanjanja biljaka. U duhu opće prisutnog trenda modernizacije upravljanja zelenilom u gradovima diljem Europe javlja se tendencija i u gradovima Republike Hrvatske. Korištenje GIS-a na lokalnim razinama u okviru komunalnih infrastruktura lokalnih zajednica, preduvjet je za razvoj uređenih sustava na svim razinama i može poslužiti kao obrazac za uređeni sustav na razini države.

Cilj ovog rada je prikazati sustav modernizacije i poboljšavanja upravljanja zelenilom korištenjem GIS tehnologije na primjeru Grada Zagreba.

### Materijal i metode

Postupke i faze izrade GIS-a čine prikupljanje, obrada, upravljanje i analiza podataka te vizualizacija rezultata (Jurišić i Plaščak, 2009.). Način na koji se metodologija GIS-a primjenjuje kod urbane vegetacije ovisi o karakteristikama vegetacije, s posebnim naglaskom na vremensku komponentu prikupljanja podataka i obavljanja radova.

Prikupljanje podataka na terenu u okviru izmjere urbane vegetacije sastoji se iz dvije komponente: prikupljanje prostornih podataka o elementima urbane vegetacije pomoću geodetske izmjere i prikupljanje opisnih podataka o vrsti i stanju vegetacije. Uobičajene metode geodetske izmjere su polarna metoda, korištenjem geodetskih mjernih stanica, GNSS (engl. *Global Navigation Satellite System*) metoda, metoda daljinskih istraživanja i fotogrametrija. Sve prisutnija metoda izmjere urbane vegetacije je LiDAR metoda izmjere (Höfle i sur., 2012.), od posebne koristi za izmjeru drveća i guste vegetacije, zbog mogućnosti prolaska mjernog signala kroz krošnje (Gašparović i sur., 2018.). Od opisnih podataka se prikupljaju dendrološki podaci o vrsti i tipu entiteta te dendrometrijski podaci ovisno o tipu vegetacije, od kojih su neki visina i promjer debla, širina krošnje i ostalo (Grad Osijek, 2019.). Na terenu se evidentiraju eventualna oštećenja vegetacije i potrebni zahvati na biljkama. Svakom snimljenom entitetu dodaje se jedinstveni identifikacijski broj, temeljem kojeg se provodi integracija u GIS-u urbane vegetacije (katastru zelenila).

Temelj GIS-aurbane vegetaciječini prostorna baza podataka (pohranjivanje) o sadržaju zelenila, uključujući i urbanu opremu. Vodi se evidencija stabala, travnjaka, grmlja, staza, živica, cvjetnjaka, urbane opreme i igrališta. Prikupljeni geometrijski podaci unose se u prostornu bazu podataka u obliku točaka, linija i poligona. Opisni podaci najčešće su u obliku tekstualnih i brojčanih atributa za pojedini geometrijski element. Za svaki element baze prostornih podataka moguće je unositi vremensku komponentu. Evidentiranjem vremena u prostornoj bazi podataka olakšava se daljnja organizacija i upravljanje zelenilom.

Analizom prikupljenih i obrađenih podataka dobivaju se informacije koje omogućuju optimalno korištenje resursa, informacije o odnosu između entiteta te donošenje brzih i ispravnih odluka pri upravljanju.

Vizualizacija podataka GIS-a urbane vegetacije predstavlja interpretaciju prikupljenih i analiziranih prostornih podataka krajnjim korisnicima gradskog zelenila, djelatnicima gradske komunalne infrastrukture i građanima. Uglavnom se temelji na vizualizaciji podataka na webu, kroz izradu različitih interaktivnih geoportala. Na taj način korisnici mogu bez posebne opreme i predznanja o GIS-u pregledavati gradsko zelenilo na odgovarajućoj kartografskoj podlozi (digitalni ortofoto) i samostalnim upitima doći do opisnih podataka o odabranim elementima.

Izrada GIS-a zelenih gradskih površina u Gradu Zagrebu počela je s izradom pilot projekta 2006. godine, a sve do sada djelatnici Zagrebačkog holdinga podružnice Zrinjevac svakodnevno

održavaju i ažuriraju bazu podataka novim podacima te prate intervencije koje se obavljaju na pojedinim entitetima. Na javnim površinama grada Zagreba u 2016. godini evidentirano je, između ostalog, 165709 komada drveća i 2895 komada cvjetnjaka, što zahtjeva učinkovit način inventarizacije i upravljanja kroz GIS urbane vegetacije. U nastavku je opisana praktična realizacija prethodno opisanih teorijskih postavki GIS-a zelenih površina kroz djelovanje na primjeru Grada Zagreba.

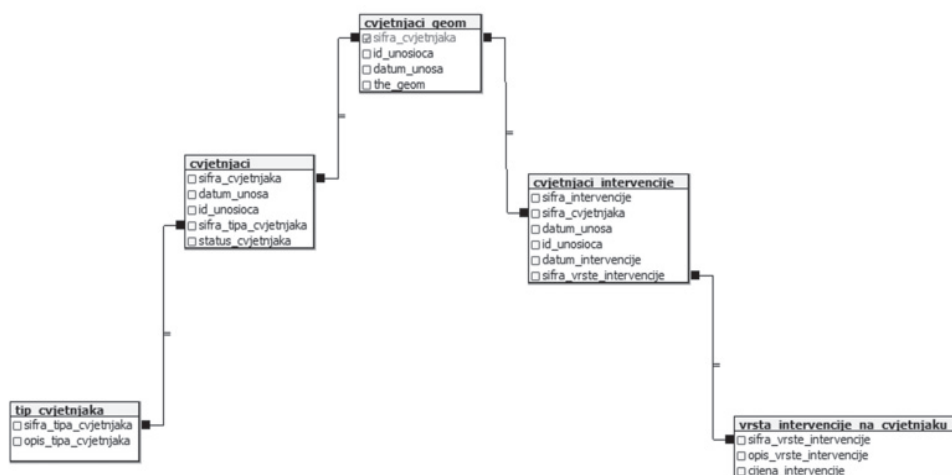
## Rezultati i rasprava

Geodetska izmjera elemenata urbane vegetacije provedena je korištenjem polarne metode izmjere geodetske mjerne stanice i GNSS RTK (engl. *Real-Time Kinematic*) metode, čime su prikupljeni podaci o položaju, rasporedu i veličini zelenih površina u projekcijskom koordinatnom sustavu HTRS96/TM. Na terenu je provedeno i evidentiranje dendroloških i dendrometrijskih vrijednosti izmjerenih biljaka (Tablica 1.).

Tablica 1. Dio terenskog zapisnika o dendrološkim i dendrometrijskim podacima drveća

Šifra stabla	Latinski naziv stabla	Prostorni raspored stabla	Promjer debla	Visina stabla
500	Platanus x acerifolia	drvored	21 do 30cm	od 11 od 15m
501	Platanus x acerifolia	samostalno	11 do 20cm	od 6 od 10m
502	Acer pseudoplatanus	drvored	11 do 20cm	do 5m
520	Acer platanoides	drvored	21 do 30cm	od 6 od 10m

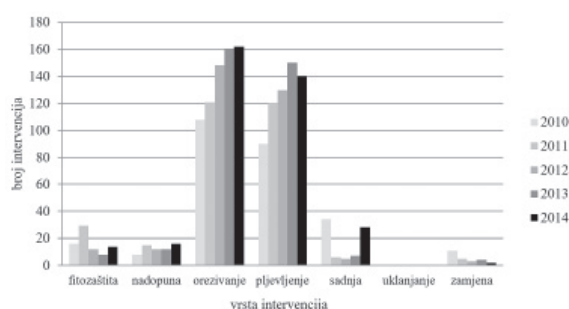
Pohranaprikupljenih podataka na terenu obavljeno je upotrebom objektno-relacijske baze PostgreSQL s PostGIS proširenjem za obradu i pohranu prostornih podataka. PostGIS podržava geometrijske tipove za definiciju točaka, linija, poligona te geometrijskih kombinacija, kao i provođenje brojnih upita nad prostornim podacima (PostGIS, 2019.). Za svaki tip vegetacije izrađena je posebna baza, kao primjer prikazani su cvjetnjaci (Slika 1.).



Slika 1. Pregled odnosa podataka unutar baze prostornih podataka GIS-a zelenih površina Grada Zagreba i prikaz veza

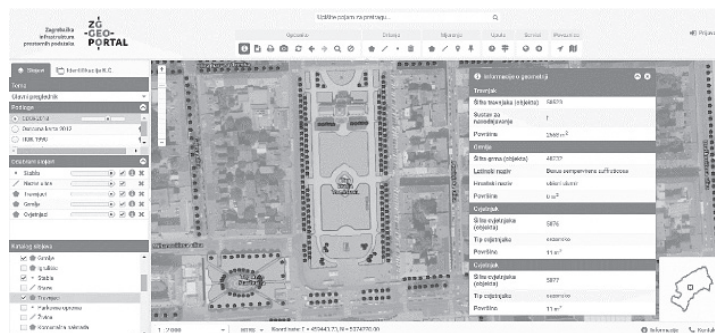
Provođenjem prostornih upita nad pohranjenim podacima uvelike je olakšan postupak projekiranja budućeg gradskog zelenila u GIS okruženju, obzirom na brojne geometrijske zahtjeve. Inventarizacijom podataka o količini i vrsti intervencija na terenu tijekom više godina stvoreni su temelji za analiranje podataka u svrhu efikasnijeg upravljanja. Na primjeru analize intervencija na cvjetnjacima kroz pet godina (Grafikon 1.) uočljiv je porast redovnih djelatnosti na terenu, gdje pripadaju orezivanje i pljevljenje, a aktivnosti sadnje i fitozaštite su nakon uzastopnog pada do 2013. godine regulirane i od sjedeće godine slijedi njihov porast.

Korisnicima je omogućen vizualni pregled sadržaja GIS-a zelenila na geoportalu Grada Zagreba, pri čemu je moguće kombinirano pregledavati prostorni raspored zelenih površina u odnosu na ostale elemente gradske infrastrukture i kartografsku podlogu.



Grafikon 1. Ukupan pregled intervencija na cvjetnjacima po godinama za razdoblje od 2010. do 2014. godine

Interaktivni sadržaji geoportala omogućuju provođenje mjerenje površina i udaljenosti na karti, kao i pregled atributa elemenata urbane vegetacije (Slika 2.). Izradom ovakvog geoportala omogućio je transparentan prikaz gradskih resursa po uzoru na velike europske i svjetske gradove (London, 2019.; New York, 2019.).



Slika 2. Prikaz geoportala Zagrebačke infrastrukture prostornih podataka s podacima urbane vegetacije (Grad Zagreb, 2019)

## Zaključak

U radu je opisana metodologija pri uspostavljanju GIS-a zelenih površina u gradu, kao i postupak i tehnologija za praktičnu primjenu svakog segmenta uspostave. Od prikupljanja prostornih podataka korištenjem GNSS metode ili geodetskih mjernih stanica, njihovog pohranjivanja u prostornim bazama ili vizualizacije podataka na webu, GIS predstavlja produktivan i pouzdan alat za integraciju prostornih podataka i postupaka u njihovom korištenju. Za svaki provedeni

korak omogućena je i podržana primjena najnovijih tehnologija, rezultirajući efikasnijim upravljanjem ljudskim i materijalnim resursima u odnosu na konvencionalne metode. Na primjeru Grada Zagreba prikazano je da primijenjena tehnologija GIS-a omogućava održivo gospodarenje zelenilom kroz kontrolirane, planske i mjerljive zahvate uređenja i održavanja.

### Literatura

1. Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., Pullin, A. S. (2010): Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and urban planning*, 97(3), 147-155.
2. Chen, Z., He, X., Cui, M., Davi, N., Zhang, X., Chen, W., Sun, Y. (2011): The effect of anthropogenic activities on the reduction of urban trees sensitivity to climatic change: dendrochronological evidence from Chinese pine in Shenyang city. *Trees*, 25(3), 393-405.
3. Dimoudi, A., Nikolopoulou, M. (2003): Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy and buildings*, 35(1), 69-76.
4. Gašparović, M., Simić Milas, A., Seletković, A., Balenović, I. (2018): A novel automated method for the improvement of photogrammetric DTM accuracy in forests. *Šumarski list*, 142(11-12), 567-576.
5. Grad Osijek (2019): Zeleni katastar Grada Osijeka. <http://zelenikatastar.osijek.hr/zelenikatastar/Default.aspx> (15.01.2019.)
6. Grad Zagreb (2019): Geoportal Zagreb. <https://geoportal.zagreb.hr/Karta> (11.01.2019.)
7. Hirabayashi, S., Kroll, C. N., Nowak, D. J. (2012): Development of a distributed air pollutant dry deposition modeling framework. *Environmental pollution*, 171, 9-17.
8. Höfle, B., Hollaus, M., Hagenauer, J. (2012): Urban vegetation detection using radiometrically calibrated small-footprint full-wave for airborne LiDAR data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 67, 134-147.
9. Jurišić, M., Plaščak, I. (2009): Geoinformacijski sustavi GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
10. London (2019): London Street Trees. <https://maps.london.gov.uk/trees/> (18.01.2019.)
11. Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. (2005): *Geographic information systems and science*. John Wiley & Sons.
12. New York (2019): New York City Street TreeMap. <https://tree-map.nycgovparks.org/> (18.01.2019.)
13. PostGIS (2019): PostGIS 2.5 Manual. <https://postgis.net/stuff/postgis-2.5.pdf> (17.01.2019.)

## Visualization and methodology of management of urban vegetation in GIS environment

### Abstract

The potential of geoinformation systems is significant in all spatial activities, and as a result provides many opportunities in managing urban vegetation. Planned cultivation of city greenery is of great importance because of the positive effect it has on microclimate and human health in cities. This paper gives an overview of the methodology of geoinformation systems establishment and the particularities of their application in urban vegetation through a collection, processing, analysis and management, as well as the visualization of spatial data. For each activity within geoinformation systems of urban vegetation, its practical realization in Croatia is presented, using an example of the City of Zagreb. The implemented methods of inventorying and analysing spatial data of green areas in the city show the applied model of quality management that can serve as an example for other activities, even on the country level.

**Key words:** GIS, urban vegetation, City of Zagreb, inventory.

## Analiza trošenja kotrljajućih ležaja trakastog transportera za sjeme suncokreta

Ivan Vidaković<sup>1</sup>, Goran Heffer<sup>1</sup>, Katica Šimunović<sup>2</sup>, Željko Barač<sup>1</sup>, Antonio Đurkić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, HR–31 000 Osijek, Hrvatska; e-mail: ivan.vidakovic@fazos.hr

<sup>2</sup>Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Trg Ivane Brlić Mažuranić 2, Slavonski Brod, Hrvatska

### Sažetak

Provedenim istraživanjem na kotrljajućim ležajima trakastog transportera za transport sjemenki suncokreta u tvornici ulja Čepin analizirani su mehanizmi i vrste trošenja koje se javljaju prilikom rada transportera. Oblici trošenja koji se pojavljuju međusobno se miješaju ali se uvijek može raspoznati najdominantniji oblik. Navedene su mjere ispravnog održavanja koje uvelike doprinose smanjenju trošenja. Zaključeno je da ispravno podmazivanje ležaja sa dostatnom količinom maziva najviše utječe na pravilno funkcioniranje i trajnost kotrljajućih ležaja

**Ključne riječi:** trošenje, kotrljajući ležaj, trakasti transporter, podmazivanje

### Uvod

Kotrljajući ležaji važan su segment područja elemenata strojeva za prijenos gibanja. Između čeličnih prstenova ili ploča gibaju se valjna tijela trenjem kotrljanja s koeficijentom trenja koji je 25 do 50% niži u odnosu na klizne ležaje (Decker, 2006.). Kontrola ležaja treba biti dio kontinuiranog postupka održavanja tehničkih sustava. Unatoč primijeni više kontrolnih postupaka, može se dogoditi da kvar ležaja koji nije uočen na vrijeme, dovede do ozbiljnih posljedica što je zorno prikazano u istraživanju Salam i sur. (1998.). Ispravno održavanje najbolji je način da se uštedi vrijeme, poveća točnost i izbjegnju pogreške. Procjena stanja ležaja ranije se provodila na temelju osjetila (vizualni pregled, dodir, slušanje). Tehnološkim napretkom razvijeni su uređaji za praćenje stanja ležaja te su provedena istraživanja vezana za otkrivanje kvarova i praćenje stanja ležaja (Sun i sur., 2005.; Harvey i sur., 2007.). Kod kotrljajućih ležaja javljaju se dva osnovna tribološka procesa – trenje i trošenje. Posljedica trošenja je oštećenje ležaja koje može uzrokovati velike zastoje u proizvodnji. Takvi zastoji, uslijed gubitka radne sposobnosti ležaja, mogu višestruko nadmašiti cijenu samih ležaja, budući da se prilikom oštećenja ležaja mogu oštetiti i drugi dijelovi sustava. Kod kotrljajućih ležaja onečišćenje ulja za podmazivanje krutim česticama jedan je od glavnih razloga za rano oštećenje ležaja (Maru i sur., 2007.). Oštećenja uzrokovana česticama maziva u kotrljajućim/kliznim kontaktima mogu ozbiljno smanjiti radni vijek elemenata strojeva koji u svom sastavu imaju ležaje (Nilsson i sur., 2006.). Smanjenje oštećenja ležaja postiže se pravilnom montažom, pravilnim održavanjem i primjenom odgovarajućih maziva za podmazivanje ležaja (Drčec, 2010.).

U proizvodnji ulja iz različitih sjemena uljarica postoje specifični uvjeti trošenja, koji su definirani prisutnošću velikih količina prašine, ljuski sjemena i radnih opterećenja strojeva. Ljuska suncokreta u strukturi svoje građe sadrži tvrde čestice koje su u ovom slučaju abraziv vrlo visoke tvrdoće (Marušić, 2007.) te kao takve vjerojatno uzrokuju abrazivno trošenje različitih dijelova strojeva i opreme u pogonima za proizvodnju ulja. Cilj istraživanja je analizirati oblike, mehanizme i uzroke trošenja kotrljajućih ležaja trakastog transportera za transport sjemena suncokreta u pogonu za prešanje tvornice ulja.

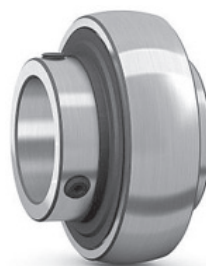
### Opis razmatranog problema

Istraživanje je provedeno u proizvodnim pogonima tvornice ulja Čepin. Osnovna djelatnost tvornice je proizvodnja sirovih i rafiniranih ulja koja se dobivaju preradom suncokreta i uljane repice. Kapacitet proizvodnje gotovih proizvoda je preko 300 tona na dan.

Istraživanjem je obuhvaćen trakasti transporter koji je proizvodnjemačkefirmePetkus,tipa RB 500. Transporter se nalazi u pogonu za prešanje sjemena, koje se transportira iz procesa sušenja na daljnju preradu. Širina trake transportera je 500 mm, a brzina kretanja 1,5 m/s. Kapacitet transportera je oko 60t/h(Petkus, 2019.). Na Slici 1. prikazan je trakasti transporter sa označenim pozicijama ležaja. Na svakom bubnju transportera nalaze se 2 ležaja. Traka za transport kreće se na valjcima, a pogon dobiva preko pogonskog bubnja pomoću elektromotora. Ležaji koji se nalaze na transporterima za rasute materijale (sjemena) u Tvornici ulja Čepin su Y-ležaji (eng. Insert bearing), koji spadaju u kategoriju kotrljajućih ležaja. Y-ležaji nose teška jednosmjerna aksijalna opterećenja, kruti su i neosjetljivi na udarna opterećenja. Na Slici 2 prikazan je Y-ležaj.



Slika 1. Trakasti transporter (Đurkić, 2018.)



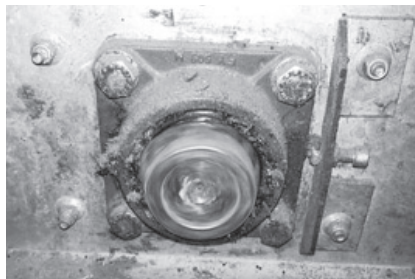
Slika 2. Y-ležaj (TAG, 2019.)

Istraživanje je provedeno kao studij slučaja trošenja (Case-Study of Wear), tj. kao analiza konkretnog slučaja trošenja u okviru definiranog tribosustava, što se često primjenjuje u sustavnim analizama triboloških problema (Ivušić, 1998.).

Analiza je obuhvatila identifikiranje svih oblika trošenja, kroz vizualni pregled nastalih posljedica (tragova trošenja), te utvrđivanje mehanizama i procesa koji su uzrokovali trošenje. U okviru provedene analize također su naznačene i mjere ispravnog održavanja, čijom provedbom se može značajno smanjiti trošenje ležaja tijekom eksploatacije.

### Rezultati i rasprava

Tijekom svoje eksploatacije trakasti transporter Petkus RB 500 za sjeme suncokreta u pogonu za prešanje radi u vrlo teškim uvjetima, koji obuhvaćaju onečišćenje velikom količinom prašine, kao što je prikazano na Slici 3, biljnih ostataka (ljuski) suncokreta prikazanih na Slici 4., te visokih opterećenja zbog brzine vrtnje i količine transportirane mase tijekom eksploatacije.



Slika 3. Prašina na Y-ležaju (Đurkić, 2018.)



Slika 4. Biljni ostaci (Đurkić, 2018.)

Nakon demontiranja Y-ležaja sa trakastog transportera, obavljeno je čišćenje (odmašćivanje) i priprema ležaja za analizu što je prikazano na Slikama 5 i 6.

Slika 5. Demontirani Y-ležaj  
(Đurkić, 2018.)Slika 6. Očišćeni Y-ležaj  
(Đurkić, 2018.)

Provedenom vizualnom analizom najizraženijih tragova korištenja demontiranih ležaja, utvrđeno je da su najčešće zastupljeni i najutjecajniji oblici trošenja bili: abrazijsko trošenje, zamorno trošenje (eng. pitting) i tribokorozijsko trošenje (tarna korozija).

Abrazijsko trošenje utvrđeno je na vanjskim i unutarnjim prstenima ležaja, a očituje se brojnim ogrebotinama, prugama i brazdama što je prikazano na Slikama 7. i 8.

Slika 7. Abrazijsko trošenje vanjskog  
prstena ležaja (Đurkić, 2018)Slika 8. Abrazijsko trošenje unutarnjeg  
prstena ležaja (Đurkić, 2018.)(Đurkić, 2018.)

Abrazijsko trošenje ležaja trakastog transportera uzrokovale su čestice materijala iz okoliša koje na različite načine ulaze u prostor između kotrljajućih elemenata i djeluju kao abraziv između klizno-kotrljajućih ploha dijelova ležaja. Oštećeni ležaji uzrokuju neravnomjeran rad, vibracije,



buku, itd. Neki od mogućih uzroka abrazijskog trošenja ležaja su: ulazak tvrdih (mineralnih) čestica, ulazak čestica sjemenki suncokreta, loše ili neodgovarajuće podmazivanje, proklizavanje zbog nepravilnog gibanja kotrljajućih elemenata. Redovne mjere ispravnog održavanja mogu značajno produljiti trajnost ležaja. Neke od mjera održavanja su: poboljšanje brtvljenja, redovito čišćenje kućišta, temeljito pročišćavanje ulja za podmazivanje, redovita provjera količine i stanja maziva, provjera metode podmazivanja, itd.

Zamorno trošenje trakastog transportera utvrđeno je na vanjskim i unutarnjim prstenima ležaja, a očituje se brojnim pukotinama točkastog oblika kao što je prikazano Slikama 9. i 10.

Tijekom rada trakastog transportera dijelovi ležaja izloženi su jakom zamaranju cijelog sustava zbog konstantnih promjena opterećenja uslijed promjene količine transportirane mase sjemena i radnog ritma stroja. Odnosno materijala kod zamornog trošenja događa se kada se sitni dijelovi ležajnog materijala odvajaju od glatke površine prstena ili kotrljajućih elemenata. Tako nastaju pukotine koje daljnjim širenjem uzrokuju odvajanje dijelova površine i površine postaju grubije i hrapave. Kod upotrebe takvih ležaja smanjena je točnost vrtnje, pojavljuju se vibracije i zvukovi koji narušavaju radnu atmosferu. Mogući uzroci zamornog trošenja ležaja su: preopterećenost ležaja, nepravilna montaža ležaja, ulazak stranih tijela unutar ležaja, nepravilno podmazivanje ili neodgovarajuće mazivo, nedovoljna preciznost osovine ili kućišta, itd. Mjere održavanja koje mogu smanjiti zamorno trošenje su slijedeće: ponovna provjera ispravnosti montaže ležaja, provjera stanja opterećenosti ležaja, poboljšanje načina montaže ležaja, sprječavanje korozije tijekom neaktivnosti ležaja, primjena maziva odgovarajuće kvalitete, itd.



Slika 9. Zamorno trošenje vanjskog prstena ležaja (Đurkić, 2018.)

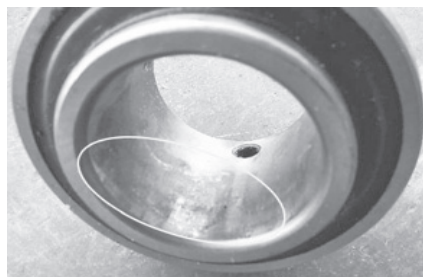


Slika 10. Zamorno trošenje unutarnjeg prstena ležaja (Đurkić, 2018.)

Tribokorozijsko trošenje utvrđeno je na vanjskim i unutarnjim prstenima ležaja, a očituje se mjestimično degradiranim mjestima u obliku mrlja i plitkih jamica odnesenog materijala kao što se vidi na slikama 12 i 13.



Slika 11. Tribokorozijsko trošenje vanjskog prstena ležaja (Đurkić, 2018.)



Slika 12. Tribokorozijsko trošenje unutarnjeg prstena ležaja (Đurkić, 2018.)

Tribokorozijsko trošenje nastaje pri međusobnom klizanju dviju površina u korozivnom okruženju, pri čemu se osim trošenja javlja i kemijska degradacija svojstava materijala. Posljedice takve korozije vidljive se kao tragovi trošenja abrazijom s mjestimično degradiranim mjestima u obliku oksidnih mrlja (hrđe) i plitkih jamica odnesenog materijala. Kod ležaja trakastog transportera dominantna je korozija uz pojavu oksida metala u kontaktu s kisikom i vlagom u zraku te prljavštinom iz radne okoline. Posljedice toga su tragovi na površini prstena kotrljajućih elemenata kao i na cijeloj površini ležaja. Mogući uzroci korozijskog trošenja ležaja su: ulazak korozivnog plina ili vode u područje ležaja, nepravilno podmazivanje, visoka temperatura i visoka vlaga tijekom neaktivnosti ležaja, nepravilni uvjeti rada u radnom prostoru ležaja, itd. Mjere održavanja koje mogu utjecati na smanjenje korozijskog trošenja ležaja su slijedeće: poboljšanje brtvljenja kućišta ležaja, primjena pravilne metode podmazivanja, pravilno postupanje protiv korozije prilikom neaktivnosti ležaja, poboljšanje uvjeta u radnom prostoru transportera.

### Zaključak

Rezultati provedene analize pokazali su da trošenje kotrljajućih ležaja na trakastom transporteru uglavnom obuhvaća abrazijsko trošenje, zamorno trošenjete tribokorozijsko trošenje dijelova ležaja. Različiti oblici trošenja međusobno se miješaju, ali se u svakom konkretnom slučaju može raspoznati najdominantniji oblik, koji je i uzrok najštetnijim posljedicama trošenja. Također je uočeno da i najmanji tragovi, uzrokovani trenjem i trošenjem, mogu imati utjecaj na ispravno funkcioniranje ležaja, a nakon dulje uporabe i na kvar ležaja.

Na temelju istraživanja zaključeno je da je za ispravno funkcioniranje ležaja najvažnije njegovo pravilno održavanje, naročito podmazivanje na pravilan način – odgovarajućim mazivima, u točno određeno vrijeme i s prikladnim količinama.

### Literatura

1. Decker, K.-H. (2006): Elementi strojeva, 3. izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Golden marketing.
2. Salam, I., Tauqir A., Ul haq, A., Khan, A.Q. (1998): An air crash due to fatigue failure of a ball bearing. *Engineering Failure Analysis*, 5, 261 – 269.
3. Sun, J., Wood, R.J., Wang, L., Care, I., Powrie, H.E. (2005): Wear monitoring of bearing steel using electrostatic and acoustic emission techniques. *Wear*, 259, 1482-1489.
4. Harvey, T.J., Wood, R.J., Poweie, H.E. (2007): Electrostatic wear monitoring of rolling element bearings. *Wear*, 263, 1492 – 1501.
5. Maru, M.M., Castillo, R.S., Padovese L.R. (2007): Study of solid contamination in ball bearings trough vibration and wear analyses. *Tribology international*, 40, 433 – 440.
6. Nilsson, R., Dwyer-Joyce, R.S., Olofsson, U. (2006): Abrasive wear of rolling bearings by lubricant borne particles. *Journal of Engineering Tribology*, 220, 429 – 439.
7. Drčec, Z. (2010): Trenje kotrljajućih ležaja poljoprivrednih strojeva. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Diplomski rad.
8. Marušić, V., Drame, D., Stojanović, S. (2007): Konstrukcija dijelova pužnih presa kao mogući razlog triboloških gubitaka u uljari (2007). 10th International Conference on Tribology and WORKSHOP '07 Sustainable Development in Industry by Apply Tribology Knowledge. Kragujevac, Srbija.
9. Petkus, (2019): Tehnički podaci trakastog transportera. <http://www.petkus.com/products/-/info/conveying/belt-conveyor/belt-conveyor>
10. Đurkić, A. (2018): Analiza trošenja kotrljajućih ležaja trakastog transportera za sjeme suncokreta u pogonu za prešanje tvornice ulja Čepin. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. Diplomski rad.
11. TAG (2019): <https://www.trgo-agencija.hr/lezaj-yar-209-skf-uc-209-45x85x49-2.html>
12. Ivušić, V. (1998): Tribologija. Hrvatsko društvo za materijale i tribologiju, Zagreb.

## **Wear analysis of roller bearings of belt conveyer for sunflower seed**

### **Abstract**

In the research performed on the rolling bearings of the belt conveyor for the transport of sunflower seeds in the Čepin oil treatment plant, the mechanisms and types of wear that occur during the operation of the conveyor belt have been analyzed. The mentioned forms of wear are mutually mixed, but the most dominant form can always be identified. For each type of wear the measures of proper maintenance that greatly contribute to reducing wear are listed. At the end, it is stated that properly lubricating the bearings with a sufficient amount of lubricant affects the correct functioning and durability of rolling bearings.

**Keywords:** wear, rolling bearing, belt conveyor, lubrication

## Precizna gnojidba usjeva primjenom dušičnih (N) senzora

Mladen Jurišić, Ivan Plaščak, Dorijan Radočaj, Željko Barač, Irena Rapčan

*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: mjurisic@fazos.hr*

### Sažetak

Optimalna količina dušika u tlu ključna je za razvoj biomase i uroda poljoprivrednih usjeva. Za razliku od konvencionalnog pristupa, u preciznoj gnojidbi aplikacija dušika je varijabilna i prilagođava se postojećoj količini dušika u tlu. Na taj način usjevi na cijelom poljoprivrednom zemljištu dobivaju optimalnu količinu dušika za rast. Obzirom da se kod precizne gnojidbe u pravilu koristi manje dušika u odnosu na konvencionalne metode, ona dugoročno rezultira uštedom radnih sredstava i ljudskog rada te očuvanjem okoliša. Opisane su karakteristike senzorskog pristupa u realnom vremenu i pristupa korištenjem karata u naknadnoj obradi u GIS okruženju za preciznu gnojidbu. Korištena oprema za preciznu gnojidbu opisana je na primjeru tvrtke Belje d.d.

**Ključne riječi:** dušik, precizna gnojidba, OptRXsenzor, GIS

### Uvod

Prinos poljoprivredne kulture i njezina biomasa uvelike ovise o pravilnoj gnojidbi dušikom (Muñoz-Huerta i sur., 2013.). Konvencionalno ratarstvo tretira dušik temeljem pretpostavke da je poljoprivredno zemljište homogena površina. Poljoprivrednici obično pretjeruju s aplikacijom dušika kako bi bili sigurni da usjevi imaju dovoljno dušika za rast (Diacono i sur., 2013.). Međutim, takav način rada dovodi do pojačane pojave korova, zakašnjelog sazrijevanja i bolesti usjeva (Skjødtt i sur., 2003.). Nekontrolirana gnojidba dušikom dovela je do povećane količine dušika u atmosferi, vodotokovima kao i u većini ekosustava na Zemlji (Deyan i Changchun, 2010.).

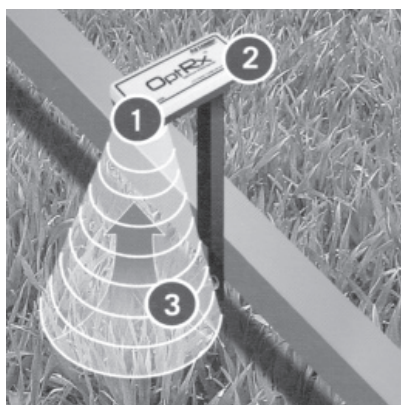
Razina varijabilnosti dušika na poljoprivrednom zemljištu uvjetovana je količinom organske tvari u tlu i mineralizacijskoj sposobnosti tla. Obzirom da njezin udjel u tlu ovisi o tipu tla, količina dušika u tlu je visoko varijabilna. Drugi uzrok varijabilnosti dušika u tlu je posljedica denitrifikacije, koja nastaje uslijed loše drenaže i nejednakog rasporeda vlage u tlu i volatilizacije, što je čest slučaj na poljoprivrednim zemljištima (Barton i sur., 1999.).

Houles i sur. (2007.) navode kako je glavni način za optimiziranje načina prihrane i agrotehničkih operacija primjena precizne poljoprivrede. Pristupom precizne poljoprivrede prepoznaju se razlike specifične lokacije na poljoprivrednom zemljištu te se poslovi upravljanja prilagođavaju u skladu s takvim raznolikostima. Uparivanjem terenskih podataka o fizikalnim i kemijskim svojstvima tla s modernim tehnologijama, kao što su geoinformacijski sustavi (engl. *Geographic Information System*, GIS) i globalni navigacijski satelitski sustav (engl. *Global Navigation Satellite System*, GNSS), stvoreni su uvjeti za optimalnu gnojidbu dušikom. Sustav unutar precizne poljoprivrede vezan za gnojidbu uz uporabu GIS i GNSS tehnologije prisutan je pod nazivom precizna

gnojidba. Temelj precizne gnojidbe je korištenje različitih metoda, vrsta i količine gnojiva ovisno o svojstvima vegetacije, tla i vremenskih uvjeta (Peng i sur., 1996.). Postupak precizne gnojidbe dušikom se svodi na detekciju varijabilnosti dušika u tlu i prilagođavanje gnojidbe kako bi se stvorila optimalna količina dušika za rast usjeva na cijeloj poljoprivrednoj čestici. Pritom primjena agrarne informacijske tehnologije (Jurišić i Plaščak, 2009.) znatno olakšava način dobivanja rezultata koji su ključni za izvršavanje precizne gnojidbe. Agrarne informacijske tehnologije osiguravaju održivost poljoprivredne proizvodnje (Chen i sur., 2014.). Smanjivanje ukupne količine prihrane dušikom također rezultira očuvanjem okoliša (Raun i sur., 2005; Casa i sur., 2010.). Cilj ovog rada je prikazati aktivnosti i metode unutar sustava precizne gnojidbe dušikom te njihovu primjenu na primjeru tvrtke Belje d.d.

### Materijal i metode

Uobičajeni postupak aktivnosti u preciznoj gnojidbi sastoji se od prikupljanja prostornih podataka na terenu, analize prikupljenih podataka, izrade karata gnojidbe tla i precizne gnojidbe na terenu (Owens, 1981.). Za pravilno upravljanje gnojibom potrebno je imati točan uvid u stanje hraniva u tlu. Postoje tri pristupa za određivanje stanja dušika u tlu i precizne gnojidbe: senzorski pristup, pristup temeljen na kartama i kombinacija navedenih. Senzorskim pristupom količina gnojiva koju je potrebno primijeniti utvrđuje se trenutno, uzimajući u obzir stanje žitarice, određeno senzorima postavljenim na traktor (Tremblay i sur., 2009.). Senzor obično prikuplja podatke u crvenom i bliskom infracrvenom dijelu spektra, a postavlja se ili na traktor ili na priključni stroj kojim se provodi raspodjela gnojiva ili zaštitnog sredstva. OptRx baca svjetlost na vrh usjeva i senzorom očitava reflektiranu svjetlost (Slika 1.). Preko ugrađenog softvera i kalibracije senzora, OptRx koristi očitavanja senzora da odredi energiju usjeva, također poznatu kao vegetativni indeks (VI). Na osnovu VI očitavanja OptRx varira i određuje razinu dušika za ostvarenje maksimalnog uroda.



Slika 1. Princip rada OptRx senzora

Senzor radi u infracrvenom dijelu spektra, a postavlja se ili na traktor ili na priključni stroj kojim se vrši raspodjela gnojiva ili zaštitnog sredstva i cijelo vrijeme kretanja traktora snima se poljoprivredna kultura. Od biljke senzor prima reflektirani dio svjetla i na taj način detektira VI (vegetativni indeks). Senzor čita na taj način vrijednosti u polju i uspoređuje s referentnom vrijednošću na ostatku polja. Ovisno o intenzitetu boje biljke direktno komunicira s upravljačkom jedinicom raspodjeljivača gnojiva i tako mijenja dozu aplikacije. Na taj način određene zone polja dobiti će veću, neke manju količinu gnojiva pri čemu se želi dobiti ujednačena kvaliteta kul-

ture na polju. Tijekom cijelog vremena kretanja traktora obavlja se daljinsko opažanje poljoprivredne kulture. Iz prikupljenih podataka računa sevegetacijski indeks. Senzor čita vrijednosti u polju i uspoređuje s referentnom vrijednošću na ostatku polja. Ovisno o intenzitetu boje biljke direktno komunicira s upravljačkom jedinicom raspodjeljivača gnojiva i tako mijenja količinu prihrane. Na taj način određene zone polja dobiti će veću, a neke manju količinu gnojiva, pri čemu se dobiva ujednačena kvaliteta kulture na površini. Aplikacija dušika tako se može odvititi u realnom vremenu, čime se postiže ušteda resursa. Prednost ovakvog pristupa je i zbog činjenice da količina dušika u tlu može imati visoku varijabilnost čak i u kratkom vremenskom roku (Huang i sur., 2007.).

Pristup korištenjem karata temelji se na definiciji karata s propisanim količinama dušika po pojedinim zonama poljoprivrednog zemljišta, izrađenih temeljem naknadne obrade prostornih podataka prikupljenih na terenu. Vrijednosti očitane na senzoru dodjeljuju se koordinatama mjerenih točaka u polju, nad kojima se potom u GIS okruženju provodi interpolacija. Provedbom interpolacije, najčešće kriging metodom (Plaščak i sur., 2016.), iz točkastih podataka aproksimiraju se vrijednosti udjela dušika u tlu unutar cijelog opažanog područja. Dobiveni raster služi kao osnova za izradu tematske karte gnojidbe dušikom. Postoje dvije glavne strategije za definiranje karata s propisanim sadržajem dušika. Po prvoj se pretpostavlja mogućnost neprekidnog, kontinuiranog podešavanja rasipanja dušika. Druga strategija sastoji se u prepoznavanju relativno homogenih površina unutar poljoprivrednog zemljišta na kojima su propisane količine gnojiva konstantne (Casa i Castrignanò, 2008.). Druga je strategija kompatibilna s opremom koja je dostupna većini poljoprivrednih gospodarstava, samim time i ekonomičnija za primjenu u većini slučajeva precizne gnojidbe dušikom. Raspodjeljivači kod precizne gnojidbe koriste podatke opažanja senzora kod oba pristupa, s razlikom u aplikaciji gnojiva u realnom vremenu kod senzorskog, odnosno naknadne gnojidbe kod pristupa korištenjem karata (Jurišić i sur., 2018.).

Prilikom opcije precizne gnojidbe korištenjem tematskih karata u naknadnoj obradi u GIS okruženju, koristi se program SMS Advanced istog proizvođača (Slika 3). Karte se izrađuju po principu izrade homogenih površina glede vrijednosti očitanih sa senzora na kojima su propisane količine gnojiva konstantne. Ovakav princip je posebno koristan kod poljoprivrednog zemljišta s manjom varijabilnosti dušika (Van Alphen i Stoorvogel, 2000.).

## Rezultati i rasprava

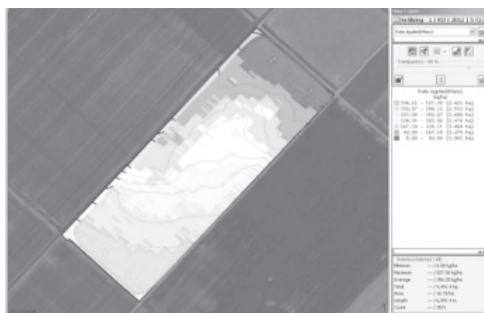
Kombinirani pristup određivanja stanja dušika u tlu prilikom precizne gnojidbe koristi se u radu tvrtke Belje d.d. Skeniranje usjeva obavljeno je OptRX senzorom proizvođača Ag Leader (Slika 2). OptRx provodi daljinsko opažanje usjeva tijekom rasta u crvenom, rubnom crvenom i bliskom infracrvenom dijelu spektra elektromagnetskih valova. Isti iz opažanih podataka računa NDVI (engl. *Normalized Difference Vegetation Index*) i NDRE (engl. *Normalized Difference Red Edge*) vegetacijske indekse, pomoću kojih posredno procjenjuje udjel dušika u biljkama (Ag Leader, 2019.). NDVI koristi podatke iz crvenog i bliskog infracrvenog dijela spektra i služi za opažanje usjeva u ranijem stadiju rasta usjeva, dok se NDRE računa iz podataka rubnog crvenog i bliskog infracrvenog kanala te se upotrebljava kod visokih usjeva u kasnijem stadiju rasta. Prikupljeni podaci direktno se šalju raspodjeljivaču gnojiva, čime se kontrolira količina aplikacije dušika ili se spremaju u memoriju radi naknadne računalne obrade i izradu tematskih karata u GIS okruženju. Senzor mjeri koeficijent refleksije svjetlosti u korištenim spektralnim kanalima, tj. omjer reflektirane i ukupne upadne svjetlosti, čime su rezultati opažanja neovisni o količini Sunčeve svjetlosti na terenu. Usjevi žućkaste boje rezultiraju niskom vrijednosti NDVI ili NDRE te se kod njih aplicira veća količina dušika, dok se kod usjeva jake zelene boje povećava vrijednost vegeta-

cijskog indeksa i aplikacije dušika se sukladno tome smanjuje. Nedostaci senzora su osjetljivost na utjecaj vlage i vjetra, što u nekim slučajevima dovodi do pogrešnog očitavanja vegetacijskog indeksa i posljedično neoptimalne aplikacije dušika na terenu. Karakteristike tla imaju najveći utjecaj na stanje usjeva, odnosno vrijednosti opažanih vegetacijskih indeksa, ali bi u preciznu gnojidbu trebalo ubaciti i ostale parametre koji utječu na rast usjeva (Casa i sur., 2017.).



Slika 2. Senzor OptRx postavljen na traktor u radu (Ag Leader, 2019.)

Raspodjela mineralnog gnojiva obavlja se Bogballe M3W raspodjeljivačem, navođenog GNSS sustavom. Podržava oba načina precizne gnojidbe, u realnom vremenu iz podataka senzora i apliciranje dušika korištenjem karata gnojiva.



Slika 3. Primjer tematske karte za preciznu gnojidbu u SMS Advanced programu

## Zaključak

Opisana metodologija precizne gnojidbe dušikom donosi brojne prednosti u odnosu na konvencionalnu gnojidbu. Senzorskim pristupom u gnojidbi provodi se daljinsko opažanje usjeva u crvenom i bliskom infracrvenom dijelu spektra, što omogućava automatiziranu i brzu procjenu količine dušika u tlu računanjem vegetacijskih indeksa. Temeljem prikupljenih podataka moguća je precizna gnojidba u realnom vremenu, kao i naknadna izrada tematskih karata precizne gnojidbe u GIS okruženju, gdje je moguće provoditi dodatne analize. Tim pristupom provodi se varijabilna aplikacija dušika, čime svi dijelovi poljoprivrednog zemljišta dobivaju optimalnu količinu dušika za rast. Obzirom da se pri ovakvom načinu gnojidbe troši manje dušika nego u konvencionalnoj gnojidbi, poljoprivrednici štede radna sredstva i sudjeluju u očuvanju okoliša. Ipak, konstrukcija senzora podložna je pogreškama radi vlage i vjetra prilikom opažanja usjeva, što preostaje biti riješeno u budućnosti. Prilikom precizne gnojidbe, većina rasipača opremljena je GNSS tehnologijom što omogućava preciznije obavljanje radova na terenu.

## Literatura

1. Ag Leader (2019): OptRXCropSensors, <http://www.agleader.com/products/directcommand/optrx-crop-sensors/> (07.02.2019.)
2. Barton, L., McLay, C. D. A., Schipper, L. A., Smith, C. T. (1999): Annual denitrification rates in agricultural and forest soils: a review. *Soil Research*, 37(6), 1073-1094.
3. Casa, R., Castrignanò, A. (2008): Analysis of spatial relationships between soil and crop variables in a durum wheat field using a multivariate geostatistical approach. *European Journal of Agronomy*, 28(3), 331-342.
4. Casa, R., Cavalieri, A., LoCascio, B. (2010): Nitrogen fertilisation management in precision agriculture: a preliminary application example on maize.
5. Casa, R., Pelosi, F., Pascucci, S., Fontana, F., Castaldi, F., Pignatti, S., Pepe, M. (2017): Early stage variable rate nitrogen fertilization of silage maize driven by multi-temporal clustering of archive satellite data. *Advances in Animal Biosciences*, 8(2), 288-292.
6. Chen, C., Pan, J., Lam, S. K. (2014): A review of precision fertilization research. *Environmental Earth Sciences*, 71(9), 4073-4080.
7. Deyan, L., Changchun, S. (2010): Effects of inorganic nitrogen and phosphorus enrichment on the emission of N<sub>2</sub>O from a fresh water marsh soil in Northeast China. *Environmental Earth Sciences*, 60(4), 799-807.
8. Diacono, M., Rubino, P., Montemurro, F. (2013): Precision nitrogen management of wheat. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(1), 219-241.
9. Jurišić, M., Plaščak, I. (2009): Geoinformacijski sustavi GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
10. Jurišić, M., Plaščak, I., Zimmer, D., Barač, Ž., Rapčan, I. (2018): Modern Navigation System DGPS as a Function of Saving in Agriculture. *Tehnički vjesnik*, 25(4), 67-1074.
11. Houles, V., Guerif, M., Mary, B. (2007): Elaboration of a nitrogen nutrition indicator for winter wheat based on leaf area index and chlorophyll content for making nitrogen recommendations. *European Journal of Agronomy*, 27(1), 1-11.
12. Huang, B., Sun, W., Zhao, Y., Zhu, J., Yang, R., Zou, Z., ..., Su, J. (2007): Temporal and spatial variability of soil organic matter and total nitrogen in an agricultural ecosystem as affected by farming practices. *Geoderma*, 139(3-4), 336-345.
13. Muñoz-Huerta, R., Guevara-Gonzalez, R., Contreras-Medina, L., Torres-Pacheco, I., Prado-Olivarez, J., Ocampo-Velazquez, R. (2013): A review of methods for sensing the nitrogen status in plants: advantages, disadvantages and recent advances. *sensors*, 13(8), 10823-10843.
14. Owens, L. B. (1981): Effects of Nitrapyrin on Nitrate Movement in Soil Columns 1. *Journal of Environmental Quality*, 10(3), 308-310.
15. Peng, S., Garcia, F. V., Laza, R. C., Sanico, A. L., Visperas, R. M., Cassman, K. G. (1996): Increased N-use efficiency using a chlorophyll meter on high-yielding irrigated rice. *Field Crops Research*, 47(2-3), 243-252.
16. Plaščak, I., Barić, Ž., Jurišić, M., Đurđević, B. (2016): Model generiranja karte buke pri radu tehničkog sustava za usitnjavanje biljne mase pointkrigging metodom. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 77(3), 85-96.
17. Raun, W. R., Solie, J. B., Stone, M. L., Martin, K. L., Freeman, K. W., Mullen, R. W., ..., Johnson, G. V. (2005): Optical sensor-based algorithm for crop nitrogen fertilization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(19-20), 2759-2781.
18. Skjød, P., Hansen, P. M., Jørgensen, R. N. (2003): Sensor based nitrogen fertilization increasing grain protein yield in winter wheat. *Risø Report*.
19. Tremblay, N., Wang, Z., Ma, B. L., Belec, C., Vigneault, P. (2009): A comparison of crop data measured by two commercial sensors for variable-rate nitrogen application. *Precision Agriculture*, 10(2), 145.
20. Van Alphen, B. J., Stoorvogel, J. J. (2000): A methodology for precision nitrogen fertilization in high-input farming systems. *Precision Agriculture*, 2(4), 319-332.
21. Zimmer, D., Jurišić, M., Plaščak, I., Barač, Ž. (2016): Tehnički i tehnološki čimbenici gnojidbe primenom GIS tehnologije u poljoprivredi. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 78(1), 27-40.



## Precision fertilization of crops using nitrogen (N) sensors

### Abstract

The optimal amount of nitrogen in the soil is essential for the development of biomass and cultivation of agricultural crops. Unlike the conventional approach, in precision fertilization the nitrogen application is variable and adjusts to the existing amount of nitrogen in the soil. Thus, crops on the entire agricultural land get the optimum amount of nitrogen for growth. In the precise fertilization, generally nitrogen is being less used than in conventional methods, which results in long-term environmental conservation and savings of working resources and human labour. Real-time sensor approaches and approaches using mapping in the GIS environment for precision fertilization are described. Practical precision fertilization is described in the example of company Beljed.d.

**Key words:** nitrogen, precision fertilization, OptRX sensor, GIS

Prethodno priopćenje

## Utjecaj vibracija na sustav ruka-šaka pri radu traktora *IMT 539*

Željko Barač, Ivan Plaščak, Tomislav Jurić, Mladen Jurišić, Goran Heffer,  
Domagoj Zimmer, Ivan Vidaković, Dorijan Radočaj, Saša Majstorović

*Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: zbarac@fazos.hr*

### Sažetak

U radu je prikazan utjecaj vibracija na sustav ruka-šaka rukovatelja pri eksploataciji traktora IMT 539. Istraživanje je obavljeno sa tri različite brzine gibanja pri obavljanju tri agrotehničke operacije (malčer, raspršivač, bočna rotodrljača). Prema Europskoj direktivi (2002/44/EC) određene su dopuštene vrijednosti vibracijama koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja (upozoravajuća vrijednosti  $2,5 \text{ ms}^{-2}$  i granična vrijednost  $5 \text{ ms}^{-2}$ ). Analizom izmjerenih vrijednosti utvrđeno je kako pri radu bočne rotodrljače razina vibracija prelazi obje dopuštene dnevne granične vrijednosti, dok je pri radu malčera i raspršivača razina ispod dopuštene vrijednosti.

**Ključne riječi:** vibracije, sustav ruka-šaka, malčer, raspršivač, bočna rotodrljača

### Uvod

Tijekom svakodnevnih aktivnosti, rukovatelji poljoprivrednim strojevima izloženi su brojnim negativnim utjecajima. Osim tjelesnih napora, loših vremenskih uvjeta, nepovoljne mikroklimе, raznih zagađenja (prašina, sredstava za zaštitu bilja), visoke ili niske temperature, buke i ergonomske neodgovarajućih kontrola, vibracije su također značajan štetni čimbenik (Cvetanović i Zlatković, 2013.). Vibracije nastaju kao posljedica rada motora samog traktora, a u interakciji sa neravninama na terenu. Cijelo vozilo je tijekom radnih uvjeta izloženo složenim oscilacijskim procesima koji se od motora preko transmisije i šasije prenose na kabinu te preko poda iste na sjedalo i radne komande rukovatelja (Cvetanović, 2015.). Štetno djelovanje vibracija, naročito je izraženo kod starijih traktora kod kojih ne postoji efikasan sustav amortizacije vibracija i udaraca, jer su izrađeni bez kvalitetnih sustava elastičnog oslanjanja (Petrović i sur., 2005; Cvetanović i sur., 2017; Zhang i sur., 2018.).

Poljoprivredni traktori identificirani sukao strojevi visokog rizika po zdravlje rukovatelja s aspekta vibracija. Rukovatelji koji su izloženi vibracijama jedan sat dnevno podložni su bolestima. Kod kratkotrajnog utjecaja vibracija, simptomi su kratko disanje, mučnina i gubitak ravnoteže, dok dugotrajno izlaganje uzrokuje poremećaje u psihometrijskim, fiziološkim i psihološkim sustavima (Carlsson, 2017.). Zbog toga je važno mjeriti stope vibracija konstantno, ocijeniti ih i utvrditi rizik za sigurnost rukovatelja. Utvrđeno je da među različitim operacijama odabranim za studiju razina brzine vibracija u sustavu ruka-šaka je varirala od  $4,1$  do  $3,1 \text{ ms}^{-2}$  (Savta i Jain, 2016.).

Prekomjerna izloženost vibracijama dovodi do pojave vibracijskog sindroma ruka-šaka, a različiti parametri koji značajno utječu na pojavu istog su snaga držanja, kut, frekvencija, rezonancije te promjer ručke. Upotrebom svih ovih parametra trebalo bi se iskoristiti za razvijanje odgova-

rajuće tehnike rukovanja te dizajna samog alata (Saha i Kalra, 2016.). Obavljeno je istraživanje o utjecaju vibracija na sustav ruka-šaka rukovatelja poljoprivrednim traktorom na traktorima snage 40-50 kW te je na temelju rezultata utvrđeno da razina vibracija koje se prenose s upravljača na sustav ruka-šaka uzrokuju bljedilo prstiju u 10% izloženih osoba nakon manje od 2 godine. Pretpostavlja se da su opasnosti od vibracija smanjene ako se izbjegnu kontinuirane izloženosti vibracijama tijekom dužeg razdoblja (Shelke i sur., 2017.).

Istraživanje o utjecaju vibracija provedeno je na 10 traktora proizvedenih od 1980 do 2013. Rezultati mjerenja vibracija na trup rukovatelja tijekom oranja pokazuju da vrijednosti ubrzanja vibracija variraju od 0,96 ms<sup>-2</sup> do 1,48 ms<sup>-2</sup>, što znači da je radna vrijednost od 0,5 ms<sup>-2</sup> bila prekoračena kod svih traktora tijekom 8 sati rada. Granična vrijednost djelovanja vibracija na sustav ruka-šaka nije prekoračena (Butkus i Vasiliauskas, 2016.). Balambica i Deepak(2017.) istražujući razinu vibracija koja utječe na sustav ruka-šaka rukovatelja na traktoru snage 56 kW, utvrđuju da su iste iznad granične dopuštene vrijednosti od 5 ms<sup>-2</sup>. Maksimalna razina vibracija izmjerena je pri 2000 min<sup>-1</sup> 17,8 ms<sup>-2</sup>. Shinde i Jadhav (2016.) navodi kako izmjerene vibracije na kolu upravljača traktora *MAHINDRA* 575 s 3,3 ms<sup>-2</sup> su smanjene upotrebom izolacijskih materijala za 0,6 ms<sup>-2</sup> i ne prelaze graničnu dopuštenu vrijednost.

Cilj istraživanja je utvrditi razinu vibracija koja utječe na sustav ruka-šaka rukovatelja poljoprivrednog traktora *IMT 539u* odnosu na različite brzine gibanja pri radu malčera, raspršivača i bočne rotodrljače. Hipoteza se temelji na pretpostavci da će razina vibracija rasti s povećanjem brzine gibanja.

### Materijal i metode

Istraživanje je obavljeno na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu *Majstoroviću* Duzluku, Orahovica (φ 45°30'56"; λ 17°51'48"), isto je obavljeno na traktoru proizvođača *IMT* tipa 539 traktor se prije mjerenja većinom koristio za obavljanje sličnih agrotehničkih operacija. Gospodarstvo se bavi se uzgojem lješnjaka, konzumne šljive i oraha, a proizvodnja se odvija na površini nešto većoj od 2 ha. Mjerenje je obavljeno uređajem za mjerenje mehaničkih vibracija *MMF VM30-H* s senzorom za mjerenje vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja tijekom gibanja traktora. Traktor se gibao sa tri različite brzine, pri obavljanju tri agrotehničke operacije s tri stroja: malčer (1km h<sup>-1</sup>, 2 km h<sup>-1</sup>, 3km h<sup>-1</sup>), raspršivač (2km h<sup>-1</sup>, 3km h<sup>-1</sup>, 4km h<sup>-1</sup>) i bočna rotodrljača (1km h<sup>-1</sup>, 2km h<sup>-1</sup>, 3km h<sup>-1</sup>).

Mjerenje vibracija koje se prenose sa kola upravljača na sustav ruka-šaka rukovatelja obavljeno je 03. svibnja 2018. godine pri temperaturi zraka od 27°C. Na prednjim pneumaticima tlak zraka iznosio je 1,8 bara, a na stražnjim 1,5 bara. Svako mjerenje ponovljeno je tri puta, a pokusna traka je bila dužine 150 m. Istraživanje je obavljeno u skladu s normama *HRN ISO 5349-1* i *HRN ISO 5349-2*. Senzor za mjerenje vibracija je bio postavljen u skladu sa normom *HRN ISO 5349-1*. Ista norma navodi kako za mjerenje vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka potrebno je koristiti težinski filter Wh. Prema *HRN ISO 5349-2* vrijeme mjerenja vibracija može trajati najmanje jednu minutu (ako traje manje potrebno je uzeti veći broj uzoraka) te senzor za mjerenje mora biti smješten što bliže hvatišta ruku. Prema Europskoj direktivi (2002/44/EC) određene su dnevne izloženosti vibracijama za sustav ruka-šaka rukovatelja: gdje je dnevna upozoravajuća vrijednost izloženosti 2,5 ms<sup>-2</sup>, a dnevna granična vrijednost izloženostirukovatelja 5 ms<sup>-2</sup>.

Formula za računanje dnevne izloženosti vibracijama izražava se kao osmosatna izloženost (*HRN ISO 5349-1*):

$$A_{(8)} = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

Gdje je:

$a_{hv}$  – ukupno vrijeme izloženosti vibracijama

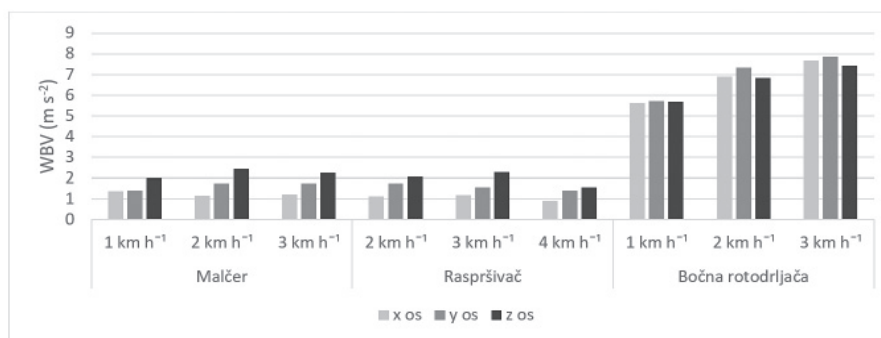
$T$  - je ukupno dnevno trajanje izloženosti vibracijama

$T_0$  - je referentno trajanje od 8 h (28 800 s).

U radu su obrađene metode deskriptivne statistike i analiza varijance (Petz i sur., 2012). Statistička obrada podataka obavljena je programom SAS Enterprise Guide9.2 (SAS, 2001).

## Rezultati i rasprava

Istraživanjem utjecaja vibracija na sustav ruka-šaka rukovatelja poljoprivrednim traktorom pri različitim agrotehničkim operacijama (malčer i raspršivač) te različitim brzinama utvrđeno je kako razina vibracija nije prešla graničnu vrijednost od  $5 \text{ ms}^{-2}$  kako nalaže Europska direktiva (2002/44/EC), osim pri agrotehničkoj operaciji bočnomrotodrljačem.



Grafikon 1. Vrijednosti vibracija izmjerenih pri različitim brzinama gibanja i agrotehničkim operacijama. Izmjerene vrijednosti vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka značajno su veće u smjeru sve tri osi (x, y i z) pri radu agrotehničke operacije bočne rotodrljače u odnosu na ostale mjerene agrotehničke operacije. Nadalje, najmanje su izmjerene pri radu raspršivača u smjeru sve tri osi (Grafikon 1.).

Tablica 1. Analiza varijance između faktora u pokusu

Zavisna varijabla: x os						
Izvor	Zbrojevi kvadrata	df	Prosječni kvadrat	F	Statistička značajnost	Djelomični kvadrat
Brzina gibanja	1,44	2	0,72	8,25	0,003	0,47
Agrotehnička operacija	186,06	2	93,03	1059,88	0,000	0,99
Interakcija brzine gibanja i agrotehničke operacije	5,08	4	1,27	14,49	0,000	0,76
Zavisna varijabla: y os						
Brzina gibanja	2,60	2	1,30	25,27	0,000	0,73
Agrotehnička operacija	172,82	2	86,41	1678,53	0,000	0,99
Interakcija brzine gibanja i agrotehničke operacije	5,26	4	1,31	25,56	0,000	0,85
Zavisna varijabla: z os						
Brzina gibanja	1,93	2	0,96	4,15	0,033	0,31
Agrotehnička operacija	123,90	2	61,95	266,35	0,000	0,96
Interakcija brzine gibanja i agrotehničke operacije	4,03	4	1,00	4,33	0,012	0,49

Analizom varijance je utvrđena statistički značajna razlika (u 95 % slučajeva izmjerene vrijednosti će se u daljnjim istraživanjima ponoviti) između srednjih vrijednosti u smjeru x, y i z osi. Nadalje, u tablici je vidljivo da je utjecaj nezavisne varijable brzine gibanja u smjeru y osi i nezavisne varijable agrotehničke operacije u smjeru x, y i z osi je visoko signifikantan kao i interakcija brzine gibanja i agrotehničke operacije, a što znači da će se u 99 % slučajeva izmjerene vrijednosti u daljnjim istraživanjima ponoviti (Tablica 1.).

Prema Barač i sur. (2017) i Barač i sur. (2018.) utvrđeno je mjerenjem vibracija na traktoru *LANDINI* pri radu malčera i raspršivača kako razina istih nije prelazila dopuštenu graničnu vrijednost od  $5 \text{ ms}^{-2}$  u smjeru x, y i z osi, a što nije kao u ovome istraživanju. Prema Chaturvedi i sur. (2016.) je obavljeno mjerenje vibracija na jednoosovinskim traktorima te je utvrđeno kako razina istih prelazi dopuštenu graničnu vrijednost u smjeru x osi ( $5,83 \text{ ms}^{-2}$ ) pri stajanju i transportu ( $6,81 \text{ ms}^{-2}$ ). Bernardi i sur. (2018.) navode kako izmjerena razina vibracija koja utječe na sustav ruka-šaka rukovatelja trimera prelazi dopuštenu upozoravajuću graničnu vrijednost  $2,5 \text{ ms}^{-2}$ , ali ne prelazi dopuštenu graničnu vrijednost izloženosti  $5 \text{ ms}^{-2}$  što nije isto kao u ovome istraživanju.

### Zaključak

Analizom dobivenih vrijednosti vibracija pri radu s malčerom i raspršivačem utvrđeno je kako iste nisu u skladu sa postavljenom hipotezom istraživanja, dok je pri radu bočne u skladu s postavljenom hipotezom.

Najveće vrijednosti vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka izmjerene su u smjeru sve tri osi i pri svi brzinama gibanja pri radu bočne rotodrljače. Najmanje vrijednosti vibracija uočene su u smjeru sve tri osi i pri svim brzinama gibanja pri radu raspršivača.

Obavljanjem agrotehničke operacije s bočnom rotodrljačom utvrđeno je kako razina vibracija prelazi dnevnu upozoravajuću vrijednost i graničnu vrijednost izloženosti rukovatelja te će imati negativan utjecaj na istoga.

### Literatura

1. Balambica, V., Deepak, V. (2017): Study and analysis of reducing hand vibration in a tractor. *International Journal of Pure and Applied Mathematics Volume*, 116 (18), 275-279.
2. Barač Ž., Vidaković I., Zimmer D., Valentina Ermenić V. (2017): Odnos agrotehničkih zahvata na proizvedenu razinu vibracija te njihov utjecaj na sustav ruka-šaka rukovatelja traktora. 52. hrvatski i 12. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik 2017., 628-632.
3. Barač, Ž., Plaščak, I., Jurić, T., Jurišić, M., Heffer, G., Zimmer, D., Vidaković, I., Kovačević, M. (2018): Pojavnost humanih vibracija pri eksploataciji poljoprivrednog traktora. 11. međunarodni znanstveno-stručni skup istro poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša, Vukovar 2018., 302-306.
4. Bernardi, B., Quendler, E., Benalia, S., Mantella, A., Zimbalatti, G. (2018): Occupational risks related to vibrations using a brush cutter for green area management. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 25 (2), 255-258.
5. Butkus, R., Vasiliauskas, G. (2016): Harmful factors in the workplaces of tractor drivers. *Research for Rural Development*, 1, 242-247.
6. Carlsson, D. (2017): Effects of cold and hand-arm vibration on the peripheral neurosensory and vascular system. Doctoral thesis, Faculty of Medicine, Umea University, Umea.
7. Chaturvedi, V., Kumar, A., Mishra, I. M., Singh, J. K., Sahoo, R. N., Jha, G. K., Lal, S. B. (2016): Study on interventions to reduce vibration transmission to power tiller operator. *Journal of Applied and Natural Science*, 8 (1), 265-272.

8. Cvetanović, B., Zlatković, D. (2013): Evaluation of whole-body vibration risk in agricultural tractor drivers. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19 (5), 1155-1160.
9. Cvetanović, B. (2015): Optimiziranje oscilatorne udobnosti sedišta traktora u funkciji redukcije vibracija. Doktorska disertacija, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš.
10. Cvetanović, B., Cvetković, D., Prašević, M., Cvetković, M., Pavlović, M. (2017) An analysis of the impact of agricultural tractor seat cushion materials to the level of exposure to vibration. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*, 36 (2), 116-123.
11. Petrović, P., Bračanović, Z., Vukas, S. (2005): Oscilatorne pojave kod poljoprivrednih traktora. *Poljoprivredna tehnika*, 2, 15-23.
12. Petz, B., Kolesarić, V., Ivanec, D. (2012): *Petzova statistika*. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
13. Saha, S., Kalra, P. (2016): A review on hand-arm vibration exposure and vibration transmissibility from power hand tools to hand-arm system. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, 4 (1), 10-37.
14. SAS (2001): Institute Inc., Version 9.2. SAS Institute, Cary, NC.
15. Savta, P. A., Jain, P. H. (2016): A Study of Reduction in the Vibrations of Steering Wheel of Agricultural Tractor. *Journal of Engineering Research and Application*, 6 (10), 80-87.
16. Shelke, P. B., Tengale, G., Banubakode, M. M. (2017): Study and Experimental Analysis for Vibration Reduction of Steering Wheel Assembly of Agricultural Tractor by Using Matlab Software. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 5 (9), 245-249.
17. Shinde, A., Jadhav, S. G. (2016): Vibration measurement and vibration reduction of steering wheel of an agricultural tractor. *International Journal of Science and Research*, 5 (7), 44-48.
18. Zhang, C., Hongrui, A., Jiang, H. (2018): Vibration analysis and experimental research on metal rubber vibration isolation of vehicle steering wheel. *Materials Science and Engineering*, 397, 1-5.
19. \*\*\* (2001): Mehaničke vibracije – Mjerenje i ocjena izloženosti ljudi vibracijama koje se prenose preko ruku – 1. dio: Opći zahtjevi, HRN ISO 5349-1, Zagreb.
20. \*\*\* (2001): Mehaničke vibracije – Mjerenje i ocjena izloženosti ljudi vibracijama koje se prenose preko ruku – 2. dio: Praktične smjernice za mjerenje na radnom mjestu, HRN ISO 5349-2, Zagreb.
21. \*\*\* (2002): Council Directive on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration), J EurCommun, 2002/44/EC.

## Impact of vibrations on the hand-arm system during the exploitation of *IMT 539* tractor

### Abstract

This paper presents the impact of vibrations on the hand-arm system of the operator in the exploitation of the *IMT 539* tractor. The research was carried out with three different movement speeds during three agrotechnical operations (mulcher, sprayers, side milling machine). According to the European Directive (2002/44 / EC), permitted vibration values affecting the hand-arm system of the operator are defined (warning value  $2,5 \text{ m s}^{-2}$  and limit value  $5 \text{ m s}^{-2}$ ). Based on the analysis of the measured values, it has been established that during the operation of the side milling machine the vibration level exceeds both permitted daily limit values, while in the operation of the mulcher and sprayer the levels are below the permissible value.

**Key words:** vibrations, hand-arm system, mulcher, sprayer, side milling machine

## Tehnički činitelji gnojidbe primjenom GIS tehnologije - BogBalle

Domagoj Zimmer<sup>1</sup>, Mladen Jurišić<sup>1</sup>, Željko Barač<sup>1</sup>, Dorijan Radočaj<sup>1</sup>, Pavle Marić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska; e-mail: dzimmer@fazos.hr

<sup>2</sup>Jerković d.o.o., Josipa Kozarca 51, 31224 Koška

### Sažetak

Upotrebom sustava precizne poljoprivrede ostvaruje se značajne ušteda pri gnojidbi. U radu su prikazani najvažniji tehnički činitelji u preciznoj gnojidbi. Opisana je raspodjela mineralnih gnojiva upotrebom rasipača *Bogballena* području k.o. Crnac. Pojašnjeni su postupci prikupljanja relevantnih informacija o proizvodnim površinama, poput skeniranja tla naelektrovodljivost i uzorkovanja te korištenje aplikacije *SMS Advanceda* izradu karte hraniva. Pojašnjena je suvremena *VRT* tehnologija za apliciranje promjenjive količine. Tijekom istraživanja pojašnjena je upotreba modernih *OptRx* senzora koji pomoću valnih duljina izračunavanju *NDVI* i *NDRE* indeks usjeva za mjerenje potrebe dušika i aplikaciju u stvarnom vremenu. Dobivene digitalne karte za preciznu raspodjelu hraniva omogućuju znatnu uštedu gnojiva, čime sprečavaju nepotrebno onečišćenje okoliša.

**Ključne riječi:** gnojidba, GIS/GPS, precizna poljoprivreda, Bogballe, *OptRx* senzor

### Uvod

Optimalna gnojidba je u funkciji postizanja stabilnog prinosa i kvalitete usjeva te održavanjem ili popravljanjem plodnosti tla bez štetnog utjecaja na okoliš (Lončarić i sur., 2017.). Džamić i Stevanović. (2000.) ističu važnost mineralnih gnojiva navodeći kako genetski potencijal usjeva može doći do izražaja samo u uvjetima optimalne ishrane. Neodgovarajuća gnojidba često znači prekomjernu upotrebu istih (Stewart i sur., 2002.; Scheufler 2010.; Stracenski, 2015.). Popović i sur. (2014.) navode kako je racionalna i pravovremena gnojidba temeljni preduvjet učinkovite proizvodnje. Tkalčec (2012.) navodi kako primjena sustava precizne gnojidbe rezultira značajno nižim troškovima. Stoga se u svijetu uvode nove tehnologije gnojidbe gdje se točno prema uzorcima tla određuje količina hraniva (Zinkevičius, 2008.). Uvođenjem novih tehnoloških sustava u poljoprivrednu tehniku stvaraju se mogućnosti racionalnosti primjene gnojiva i veće konkurentnosti (Jurišić i Plaščak, 2009., Zimmer i sur., 2016.). Noviji uređaji kontroliranisanu elektronski i lako ih je umrežiti. Svrha umrežavanja tehničkih uređaja je kreiranje sustava koji treba ispuniti sve zahtjeve procesa obrade podataka u preciznoj poljoprivredi – gnojidbi (Zogović i Dimić, 2008.). Osnovna pretpostavka precizne poljoprivrede je veći broj preciznih informacija, koje su poljoprivredniku dostupne pri donošenju odluka (Fulton i sur., 2001.; Seelan i sur., 2003.; Gavrić i Sekulić., 2004.; Ammann, 2009.; Diacono i sur., 2013.; Ye i sur., 2013.; Tekin i Sindir, 2015.). U analizi Krstića (2007.) naglašava se korist primjene GIS tehnologija i sustava za preciznu poljo-

privredu, pri čijoj se uporabi postiže veći prinos, smanjenje uporabe kemikalija te sprječavanje onečišćenja. Jurišić i sur. (2013.) navode da precizna gnojidba pomaže snabdijevanje potrebe usjeva za određenim hranivima na temelju prostornih posebnosti parcela. Povezivanje podataka o prethodnim gnojdbama i prijašnjim usjevima s GIS sustavom alata jedan je od prvih koraka u preciznoj aplikaciji mineralnih gnojiva (EU izvješće, 2014). GIS modeliranjem omogućeno je izbjegavanje nepotrebnih preklapanja pri aplikaciji (Sito i sur., 2015.; Reetz, 2016.; Zimmer i sur., 2016.). Jurišić i Plaščak (2009.), Jurišić i sur. (2010.) i Bažon (2009.) navode da je potrebna kemijska analiza tla i biljnog materijala te preporuča preciznu gnojidbu. *OptRx* senzori usjeva prikladni su pri preciznoj gnojdbi te pripadaju aktivnim optičkim sensorima (Serrano i sur., 2016.). Tehnološki napredak omogućuje korištenje spektralnih mjerenja usjeva za dijagnosticiranje i kontrolu norme gnojidbe. Refleksni senzori mogu lakše upravljati prostornom varijabilnošću u potrebama gnojidbe nego ručni mjerni uređaji. Navedene prednosti su dovele do razvoja metoda za prevođenje prikupljenih podataka senzora u egzaktne odluke gnojidbe u realnom vremenu (Mulleni sur., 2003.; Dellingeri sur., 2008.; Scharfi Lory, 2009.; Barkeri Sawyer, 2010.; Kitcheni sur., 2010.). Zbog svega navedenog cilj ovoga rada je prikazati važnije tehničko tehnološki činitele pri gnojdbi uporabom sustava za preciznu poljoprivredu sustava rasipača *Bogballe*.

### Materijal i metode

Pokusi o uporabi precizne tehnike (rasipač *Bogballe*) te gnojdbi u sustavu precizne poljoprivrede primjenom GIS-a (osnovna gnojidba i prihrana) obavljani su na parcelama k.o. Crnac 2013. godine. U radu su prikazani važniji činitelji u sustavu precizne gnojidbe korištenjem rasipača *Bogballe* (Bognar, 2013.). Prije upotrebe rasipača prikupljeni supodatci te kreiranje karte prostornoj raspodjeli na parceli. Značajne informacije koje su prethodile raspodjeli gnojivabili su rezultati provedenih kemijskih analiza, podaci o strukturi i teksturi, elektrovodljivosti, nivelaciji terena. Obavljena precizna gnojidba je kombinacija kemijskih analiza i upotrebe senzora *OptRx* za apliciranje u realnom vremenu. Prvi od postupaka prikupljanja informacija je skeniranje tla na elektrovodljivostskenerom *Veris EC Surveyor 3150* gdje se otkriva svojstva tla. Naime, elektrovodljivost tla je neizravna mjerakoja dobro korelira s nekoliko fizičkih i kemijskih svojstava tla. Georeferencirane karte elektrovodljivosti tla poslužile su za preciznije određivanje mjesta uzorkovanja. U traktoru se nalazi prijenosno računalo *AgLeader Mesa* sa pripadajućim *SMS Mobile* softwareom koji služi za identifikaciju parcele te prikupljanje podataka dobivenih od skenera u realnom vremenu. Na temelju dobivene karte elektrovodljivosti pristupilo se postupku uzimanja uzorka pomoću sonde *Nietfeld Duoprob*. Nakon svakog uzorkovanja na karti se dodjeljuje geokoordinata na koju se povezali rezultati kemijskih analiza. Korištenjem odgovarajućeg *software* koji omogućuje primjenu varijabilne gnojidbe pomoću karata kontrolirao se rad rasipača *Bogballe*. Rasipač koristi *VRT* tehnologiju (*Variable Rate Technology*), odnosno obavlja gnojidbu s promjenom količine gnojiva u realnome vremenu. Rasipač *Bogballe* je opremljen upravljačkom jedinicom kalibrator *ZURF* i elektronskim upravljanjem raspodjele gnojiva do granice. *Bogballe* sustav raspodjeljivanja se temelji na sustavu gdje se diskovi tijekom normalne raspodjele okreću jedna prema drugom i raspodjeljuju pod kutom od 180° s punim prekrivanjem. Lijevi i desni disk proizvode dva suprotna oblika koji se preklapaju. Svaki disk pokriva kompletnu radnu širinu. Gnojivo s dva diska preklapa se jedno preko drugog. Ovim putem se postiže četverostruko prekrivanje što osigurava jednoliku raspodjelu gnojiva. *Trend* sustav (mogućnost suprotnog okretanja diskova) osigurava raspodjelu gnojiva velike preciznosti i pouzdanosti te daje optimalne rezultate koji se koriste pri promjeni smjera kretanja. Raspodjela gnojiva moguća je u tri izvedbe: *In-centers* sustav koristi se pri normalnoj raspodjeli. *Off-centre* sustav koristi se pri raspodjeli na uvratini. Ovaj sustav osigurava savršenu raspodjelu gnojiva do



granice kao i unutar polja. Pri prelasku iz jedne gnojidbene zone u drugu, dolazi do autonomne i automatizirane promjene zadane količine gnojiva bez ikakve intervencije vozača i u skladu s izvršnom datotekom za gnojidbu. Rasipač koristi *OptRx* senzore za usjeve od *Ag Leader*-a. Na temelju referentne vrijednosti uspoređivanjem boje lista ili SPAD vrijednosti *OptRx* određuje zdravlje biljke. Senzor *OptRx* skenira biljke u pogledu odozgo prema dolje kako bi dobio pravu sliku načina na koji biljka apsorbira sunčevu svjetlost. Senzor se fiksno instalirao na prednjim dijelovima stroja. Prenosi vlastiti izvor svjetla, temeljen na biljnoj masi usjeva i reflektiranoj svjetlosti. Vegetacijski indeks (VI) se izračunavao na temelju realnog vremena očitavanja usjeva. Korištenjem iznosa u stvarnom vremenu *VI Ag Leader* direktno je očitavao vrijednosti dušika po promjenjivim stopama na temelju realnog vremena u odnosu na referentne vrijednosti.

### Rezultati i rasprava

Na osnovu rezultata laboratorijske analize obavljeno je bilanciranje hraniva te su u obliku digitalnih karata u aplikaciji kreirane preporuke gnojidbe (Slika 1. lijevo). Uporabom *OptRx* senzora mjerene su potrebe dušika u usjevima. Na temelju iznesenog, dobivene je točna preporuka iznosa aplikacije u stvarnom vremenu. U istraživanjima Rapčan i sur. (2018.) autori navode kako je korištenjem *OptRx* senzora ostvarena preciznija raspodjela gnojiva. Valne duljine koje koristi *OptRx* senzor su 670 nm, 730 nm i 760 nm koristile su se za izračunavanje *NDVI* (normalizirana razlika vegetacijskog indeksa) i *NDRE* (normalizirana razlika vegetacijskog indeksa crvenog ruba). *NDVI* je prikladan za određivanje stanja usjeva, jer je to izravno povezano s sadržajem dušika u biljci (što je veći *NDVI*, to je veći sadržaj dušika). *NDVI* je sklon zasićenju pri višim vrijednostima, pa se stoga u višim fazama rasta koristi *NDRE*, jer je osjetljiviji. *OptRx* senzori usjeva su idealni za primjenu gnojiva, pesticida, defolijanta, regulatora rasta i drugih agrokemikalija sa ciljem uštede na utrošku materijala i ekološke svijesti. U istraživanjima Grisso i sur. (2011.) i Povh i sur. (2014.) uočava se usvajanje novih strategija upravljanja dušikom zbog pristupačnosti, točnosti i jednostavnosti za uporabu i ekološke održivosti. Tehnologija korištenja optičkih senzora za preporuku dušika pokazala je visoku uštedu hranjivih tvari, što poljoprivredu čini profitabilnijom.



Slika 1. Karta raspodjele hraniva (lijevo) i karta prihrane *NDVI* na proizvodnim površinama

Dobiveni podaci senzorom nakon obrade u aplikaciji *SMS Advanced* omogućile su izradu karte prihrane prema *NDVI* (Slika 1. desno). Na slici je vidljiva karta prihrane *NDVI* na kojoj je crvenom bojim označeno 0,00-128,45 l/ha dušika, tamno-narančastom 128,45-130,54 l/ha, narančastom 130,54-133,03 l/ha, žutom 133,03-153,54 l/ha, tamno-žutom 153,54-193,60 l/ha, zelenom 193,60-199,54 l/ha i tamno-zelenom 199,54-822,11 l/ha. Mjerna jedinica za količinu mineralnog gnojiva je izražena u l/hakako zahtjevasoftware u koji se unosi zahvat rasipača.

## Zaključak

Temeljem dobivenih rezultata kreirane su digitalne karte preporuke za gnojidbu. Postavljena hipoteza je opravdana te se primjenom opisanih i istraženih uređaja u poljoprivrednoj tehnici dolazi do značajne i vidljive uštede i smanjenja onečišćenja okoliša. Upotrebom *OptRx* senzora dobivena je točna preporuka iznosa aplikacije u stvarnom vremenu. Koristeći senzore za valne duljine 670 nm, 730 nm i 760 nm dobiven je *NDVI* i *NDRE* indeks pomoću kojeg je određena stanje usjeva.

## Literatura

1. Ammann, K. (2009.): Why farming with high tech methods should integrate elements of organic agriculture, *New Biotechnology*, 25(6), 378-388.
2. Barker, D. W., Sawyer, J. E. (2010.): Using active canopy sensors to quantify corn nitrogen stress and nitrogen application rate, *Agronomy Journal*, 102 (3), 964-971.
3. Bažon, I. (2009.): Važnost kemijskih ispitivanja tla i biljnog tkiva u uzgoju vinove loze, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet u Zagrebu.
4. Bognar, M. (2013.): Tehnološko tehnički činitelji gnojidbe u sustavu precizne poljoprivrede, Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
5. Dellinger, A. E., Schmidt, J. P., Beegle, D. B. (2008.): Developing nitrogen fertilizer recommendations for corn using an active sensor, *Agronomy Journal*, 100 (6), 1546-1552.
6. Diacono, M., Rubino, P., Montemurro, F. (2013.): Precision nitrogen management of wheat, *Agronomy for Sustainable Development*, 33(1), 219-241.
7. Džamić, R., Stevanović, D. (2000.): Agrohemija, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
8. European Parliament (2014.): Precision Agriculture: an opportunity for EU Farmers- Potential support with the cap, 2014-2020.
9. Fulton, J.P., Shearer, S.A., Chabra G., Higgins S.F. (2001.): Performance assessment and model development of a variable-rate, spinner-discfertilizer applicator, *American Society of Agricultural Engineers*, 44(5), 1071-1081.
10. Gavrić M, Sekulić P. (2004.): Primena GIS-a i GPS-a u poljoprivredi, Zbornik radova
11. Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 40, 171-178.
12. Grisso, R. D., Alley, M. M., Thomason, W. E., Holshouser, D. L., Roberson, G. T. (2011.): Precision farming tools: variable-rate application.
13. Jurišić, M., Frangeš, S., Plaščak, I., Šiljeg, A. (2013.): Methodology of Development of Purpose Maps in GIS Environment-Resource Management, *Geodetski list*, 67(1), 1-12.
14. Jurišić, M., Stanisavljević, A., Plaščak, I. (2010.): Application of geographic information system (GIS) in the selection of vine yard sites in Croatia, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(2), 235-242.
15. Jurišić, M., Plaščak, I. (2009.): Geoinformacijske tehnologije GIS u poljoprivredi i zaštiti okoliša, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
16. Kitchen, N. R., Goulding, K. W. T., Follett, R. F., Hatfield, J. L. (2001.): On-farm technologies and practices to improve nitrogen use efficiency, *Nitrogen in the environment: Sources, problems and management*, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
17. Krstić, G. (2007.): Savremeni trendovi primene informacionih tehnologija u oblasti poljoprivrede, XVI-II. Konferencija i izložba, Kopaonik, Srbija, 306.
18. Lončarić, Z., Rastija, D., Popović, B., Ivezić, V., Parađiković, N. (2017.): Decision support systems for fertilization of vegetables, Zbornik radova 3. Hrvatski stručni skup o proizvodnji povrća, Sveti Martin na Muri: Društvo agrarnih novinara Hrvatske, 2017. 42-43.
19. Mullen, R. W., Freeman, K. W., Raun, W. R., Johnson, G. V., Stone, M. L., Solie, J. B. (2003.): Identifying an in-season response index and the potential to increase wheat yield with nitrogen, *Agronomy Journal*, 95(2), 347-351.
20. Popović, B., Karalić, K., Lončarić, Z., Meri, E., Kovačević, V., Bradarić, I. (2014.): Precision fertilization as a basis for the rationalization of agricultural production, 49. Hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma, 16-21.02.2014., Dubrovnik, Hrvatska.

21. Povh, F. P., dosAnjos, W. D. P. G. (2014.): Optical sensors applied in agricultural crops, In Optical sensors-New developments and practical applications, In Tech.
22. Rapčan, I., Jurišić, M., Plaščak, I., Barač, Ž., Zimmer, D., Bognar, M. (2018.): Gnojidba pšenice u sustavu precizne poljoprivrede, *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 80 (3), 163-172.
23. Reetz, H. F. (2016.): Fertilizers and the inefficient use, International Fertilizer industry Association, IFA.
24. Scharf, P. C., Lory, J. A. (2009.): Calibrating reflectance measurements to predict optimal side dress nitrogen rate for corn, *Agronomy Journal*, 101 (3), 615-625.
25. Scheufler, B. (2010.): Mineral Fertilizing, *Agricultural Engineering*, 22, 109-115.
26. Seelan, S. K., Laguette, S., Casady, G. M., Seielstad, G. A. (2003.): Remote sensing applications for precision agriculture: A learning community approach, *Remote Sensing of Environment*, 88(1-2), 157-169.
27. Serrano, J. M., Shahidian, S., Da Silva, J. R. M. (2016.): Monitoring pasture variability: optical OptRx® crop sensor versus Grassmaster II capacitance probe, *Environmental monitoring and assessment*, 188(2), 117.
28. Sito, S., Džaja, V., Kušec, V., Ciler, K., Palinić, B., Glogovšek, T. (2015.): Suvremena tehnika u proizvodnji krumpira, *Glasnik Zaštite Bilja*, 38(5), 70-83.
29. Stewart, L., Bandel, A. V. (2002.): Uniform Lime and Fertilizer Spreading, Publication EB254, Maryland-Cooperative Extension.
30. Stracenski, S. (2015.): Automatsko vođenje poljoprivrednih strojeva te gnojidba šećerne repe u sustavu precizne poljoprivrede, Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.
31. Tekin, A. B., Sındır, K. O. (2015.): Performance Assessment of Variable Rate Spinner Disc Fertilizer Spreader—"PreFer", University of Belgrade, Faculty of Agriculture Institute of Agricultural Engineering, 2, 43-52.
32. Tkalčec, N. (2012.): Comparison of conventional and precision fertilization calculations for arable crops, Završni rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
33. Zimmer, D., Jurišić, M., Plaščak, I., Barač, Ž. (2016.): Technical and technological factors in fertilization using GIS technology in agriculture, *Agronomski glasnik*, 78(1), 27-40.
34. Zinkevičius R. (2008.): Influence of soil sampling for precision fertilizing, *Agronomy, Agronomy Research*, 6 (Special issue), 423-429.
35. Zogović, N., Dimić, G. (2008.): Zahtevi i tehnološke mogućnosti komunikacionih sistema u preciznoj poljoprivredi, XVI. telekomunikacioni forum TELFOR 2008, Beograd, Srbija, 282-285.
36. Ye, J., Chen, B., Liu, Q., Fang, Y. (2013.): A precision agriculture management system based on Internet of Things and WebGIS, In *Geoinformatics*, 2013, 20-22 June, 21st International Conference on Geoinformatics (pp. 1-5).

## Technical Fertilizer Factors Using GIS Technology - Bogballe

### Abstract

Using precision farming systems, fertilizer savings are achieved. This paper presents the most important technical factors in precision fertilization. The distribution of mineral fertilizers is described by using the *Bogballe* dispersant in KO Crnac area. Procedures for collecting relevant information on production areas are explained, such as soil scanning on electrification and sampling, and the use of the *SMS Advanced* application to produce feed charts. Modern *VRT* technology for variable volume application has been clarified. In the course of the research, the use of modern *OptRx* sensors has been clarified by using wavelengths to calculate the *NDVI* and *NDRE* crops for the measurement of nitrogen demand and the application in real time. The obtained digital maps for precise distribution of nutrition allow significant savings on fertilizers and prevent unnecessary environmental pollution.

**Key words:** fertilization, GIS/GPS, Precision agriculture, Bogballe, OptRx sensor



