

# AGRICULTURE IN NATURE AND ENVIRONMENT PROTECTION: proceedings & abstracts 11th international scientific/professional conference

---

Gantner, Vesna; Gregić, Maja; ...; Jug, Irena; Đurđević, Boris;  
Vukadinović, Vesna; Jug, Danijel; Brozović, Bojana; Stipešević, Bojan;  
...; ...

**Edited book / Urednička knjiga**

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:963673>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-12**



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](#)



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

# AGRICULTURE IN NATURE AND ENVIRONMENT PROTECTION



Vukovar, Republic of Croatia, 28<sup>th</sup> - 30<sup>th</sup> May 2018



**AGROglas**

**AGROGLAS**

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



**ISTRO**

International Soil Tillage Research Organization

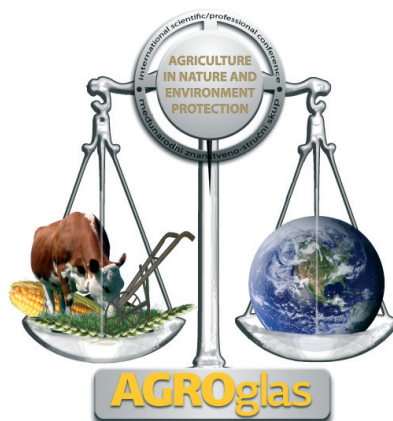


**HDPOT**

Croatian Soil Tillage Research Organization

&

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



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

Vukovar, 28<sup>th</sup> - 30<sup>th</sup> May 2018.

Published: Glas Slavonije d.d.

Publisher: Ivan Šimić, ing.

Editors in Chief: prof. dr. sc. Danijel Jug  
doc. dr. sc. Bojana Brozović

Tehcnical 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

VUKOVAR SRIJEM COUNTY / VUKOVARSKO-SRIJEMSKA ŽUPANIJA

CITY OF VUKOVAR / GRAD VUKOVAR

OSIJEK BARANJA COUNTY / OSJEČKO-BARANJSKA ŽUPANIJA

**co-organizers / suorganizatori**

FACULTY OF AGRICULTURE IN OSIJEK / POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

FACULTY OF AGRICULTURE IN ZAGREB / AGRONOMSKI FAKULTET ZAGREB

AGRICULTURE INSTITUTE OSIJEK / POLJOPRIVREDNI INSTITUT OSIJEK

CROATIAN AGRICULTURAL AND FORESTRY ADVISORY SERVICE / HRVATSKA POLJOPRIVREDNO-ŠUMARSKA SAVJETODAVNA SLUŽBA

**ORGANIZACIJSKI ODBOR:**

Ivan **Šimić**, ing. predsjednik  
Dr. sc. Ana **Crnčan**  
Dr. sc. Krunoslav **Dugalić**  
Prof. dr. sc. Roger **Estrade**.(FR)  
Dr. sc. Maja **Gregić**  
Prof. dr. sc. Zoran **Grgić**  
Andrea **Gross-Bošković**, dipl. ing.  
Prof. dr. sc. Irena **Jug**  
Marina **Krivić**, dipl.oecc.  
Matthias **Krön** (A)  
Prof. dr. sc. Blair **M. McKenzie** (UK)  
Renata **Prusina**, dipl. ing.  
Dr. sc. Marija **Ravlić**

Roberta **Sorić**, dipl. ing.

Zdravko **Tušek**, dipl. ing.  
Nataša **Uranjek**, dipl. ing.  
Izv. prof. dr. sc. Zvonimir **Zdunić**  
Prof. dr. sc. Krunoslav **Zmaić**

**TAJNIK SKUPA:**

Tomislav **Sekulić**, dipl. ing.

**ZNANSTVENI ODBOR:**

Prof. dr. sc. Danijel **Jug**, predsjednik  
Dr. sc. Slavica **Antunović**  
Prof. dr. sc. Mirjana **Baban**  
Izv. prof. dr. sc. Renata **Baličević**  
Prof. dr. sc. Marta **Birkas** (HU)  
Doc. dr. sc. Tina **Bobić**  
Doc. dr. sc. Bojana **Brozović**  
Dr. sc. Andrej **Ceglar** (SL)  
Dr. sc. Adina-Eliza **Croitoru** (RO)  
Prof. dr. sc. Zoran **Dimov** (MK)  
Prof. dr. sc. Željko **Dolijanović** (SR)  
Doc. dr. sc. Boris **Đurđević**  
Doc. dr. sc. Dalida **Galović**  
Prof. dr. sc. Branimir **Hackenberger**  
Prof. dr. sc. Mladen **Jurišić**  
Prof. dr. sc. Ilija **Komljenović** (BIH)  
Prof. dr. sc. Ivica **Kisić**  
Prof. dr. sc. Davor **Kralik**  
Izv. prof. dr. sc. Gabriella **Kanižai Šarić**  
Doc. dr. sc. Vladimir **Margeta**  
Prof. dr. sc. Pero **Mijić**  
Prof. dr. sc. Margarita **Nankova** (BG)  
Doc. dr. sc. Ivan **Plaščak**  
Izv. prof. dr. sc. Nikica **Prvanović - Babić**  
Izv. prof. dr. sc. Ljubica **Ranogajec**  
Izv. prof. dr. sc. Irena **Rapčan**  
Doc. dr. sc. Sanda **Rašić**  
Prof. dr. sc. Vladimir **Smutny** (CZ)  
Prof. dr. sc. Bojan **Stipešević**  
Dr. sc. Aleksandra **Sudarić**  
Prof. dr. sc. Luka **Šumanovac**  
Doc. dr. sc. Srđan **Šeremešić** (SR)  
Dr. sc. Marijana **Tucak**  
Dr. sc. Tatjana **Tušek**  
Izv. prof. dr. sc. Vesna **Vukadinović**  
Dr. sc. Edward **Wilczewski** (PL)

Poštovani znanstvenici, dragi prijatelji i cijenjeni kolege,

Naš je Međunarodni znanstveno-stručni skup ove godine zagazio u drugo desetljeće kontinuiranog održavanja i zbog toga smo ponosni, zadovoljni i sretni, ali u isto vrijeme i prožeti tugom.

Ponosni smo što je naša inicijativa, kao medijske kuće, o pokretanju znanstvenog skupa prihvaćena i podržana u znanstvenim krugovima. Ponosni smo što već jedanaestu godinu kroz stručne i znanstvene radove nudimo rješenja za probleme poljoprivredne proizvodnje, zaštite okoliša i ruralnog razvoja.

Zadovoljni smo što je čitava plejada mladih znanstvenika svoje prve radove, kao znanstveni novaci, objavljivala na „našem“ skupu. Zadovoljni smo što je naša inicijativa za pokretanje skupa od prvog dana podržana od strane mjerodavnih institucija, lokalnih samouprava i ministarstava. Zadovoljni smo što ovaj znanstveni skup ima bezrezervnu podršku oba hrvatska poljoprivredna fakulteta te Akademije poljoprivrednih znanosti, najviše znanstvene institucije.

Sretni smo što se na „onaj skup u Vukovaru“ rado odazivaju i stručnjaci iz neposredne proizvodnje i znanstveni novaci i doktori znanosti i akademici. Sretni smo što nas kao respektabilni skup prepoznaju „kod kuće“, kao i u zemljama okuženja, znanstvenim krugovima Europe, pa i svijeta. Sretni smo što će na ovogodišnjem skupu biti prezentirano najviše radova, čime će skup premašiti brojku od 500 objavljenih znanstvenih i stručnih radova do sada. Sretni smo što nas prepoznaju kao domaćine zadovoljnih gostiju.

Uz sav ponos, zadovoljstvo i sreću, ove nas godine prožima i neizmijerna tuga. U jeku pripreme skupa tragično nas je napustila naša Roberta, glavna urednica Agroglasa, inicijatorica ovog skupa i njena glavna pokretačka snaga. Ovogodišnji skup bit će hommage našoj Roberti, a njena ideja i neizmijerna pozitivna energija bit će pokretačka snaga i nit vodilja svim idućim skupovima. Bila je i ostat će Prva dama skupa.

Nadamo se da će i ove godine prezentirani radovi biti dio nekog poslovnog plana, inicijativa nekog budućeg istraživanja, citati nekih budućih znanstvenih radova, teme budućih znanstvenih rasprava i dio budućih propisa i zakona.

Želimo vam uspješan i plodonosan rad.

Predsjednik Organizacijskog odbora

**Ivan Šimić, ing.**



# PROGRAM

## PLENARNO IZLAGANJE / PLENARY SECTION

1. **Márta Birkás, Igor Bogunović, Igor Đekemati, Ivica Kisić, Zoltán Radics**  
- Adaptable tillage – is that a solution for the present climate situation?
2. **Vesna Gantner, Denis Kučević, Maja Gregić, Muhamed Brka**  
- How much methane does a cow actually produce?
3. **Edward Wilczewski** - Review of trends in plant production in Poland in 1985-2015
4. **Dragan Solić, Vesna Gantner** - Ekološko stočarstvo
5. **Irena Jug, Boris Đurđević, Vesna Vukadinović, Danijel Jug, Bojana Brozović, Bojan Stipešević**  
- Optimizacija gnojidbe dušikom u funkciji zaštite okoliša
6. **Ivan Güttler** - Regional climate modelling: implementation and possibilities

## SECTION I\*

### Biljna proizvodnja / Plant production

1. **Marko Josipović, Monika Marković, Aleksandra Sudarić, Hrvoje Plavšić, Milena Jančić Tovjanin, Vedran Ledrer**  
- Utjecaj navodnjavanja na prinos soje (*Glycine max* (L.) Merr.) u različitim vremenskim prilikama
2. **Daria Galić Subašić, Mladen Jurišić, Marko Josipović, Aleksandra Sudarić, Hrvoje Plavšić, Irena Rapčan**  
- Utjecaj gnojidbe dušikom i sorte na prinos i komponente prinosa soje (*Glycine max* (L.) Merr.)
3. **Maja Ižaković, Valentina Španić, Ema Salopek, Valentina Lukenda, Katarina Galušić, Tihana Marček**  
- Application of water deficit stress at wheat heading stage
4. **Bojan Stipešević, Bojana Brozović, Danijel Jug, Irena Jug, Boris Đurđević, Vesna Vukadinović, Anamarija Banaj**  
- Utjecaj gustoće sjetve sijačicom udvojenih redova i folijarne prihrane na prinos kukuruza kokičara
5. **Danijel Jug, Irena Jug, Boris Đurđević, Bojana Brozović, Vesna Vukadinović, Marijan Dragičević, Antonio Tolić, Igor Ribarić**  
- Utjecaj konzervacijske obrade tla i gnojidbe dušikom na prinos kukuruza i pšenice
6. **Bojana Brozović, Bojan Stipešević, Danijel Jug, Irena Jug, Boris Đurđević, Vesna Vukadinović, Marina Lucić**  
- Procjena pogodnosti različitih biljnih vrsta kao ozimih pokrovnih usjeva
7. **Goran Jukić, Ivan Varnica, Krešimir Šunjić, Ivica Delić, Željka Cegur**  
- Grupiranje najzastupljenijih sorti ozime pšenice u Republici Hrvatskoj u klase prema parametrima kvalitete

## SECTION II\*

### Animalna proizvodnja / Animal production

1. **Marko Rogalo, Tina Bobić, Pero Mijić, Maja Gregić, Mirjana Baban, Vesna Gantner**  
- Proizvodne odlike krava jersey pasmine
2. **Vedran Nervo, Tatjana Tušek, Marijana Vrbančić, Đurica Kalember, Tatjana Jelen, Damir Alagić, Tea Uremović**  
- Terapijsko jahanje u udruzi za terapiju i aktivnost pomoću konja „Pegaz“ Rijeka
3. **Damir Alagić, Tatjana Jelen, Marcela Andreato Koren, Nikolina Štadjohar**  
- Zdravstveno stanje i dobrobit ovaca na farmama Bioplod lika d.d.
4. **Marija Meštrović, Damir Alagić, Tatjana Jelen, Dražen Čuklić, Marko Jelen**  
- Fenotipska svojstva križevačke kukmaste kokoši
5. **Josip Novoselec, Luka Šramek, Željka Klir, Mario Ronta, Zvonko Antunović**  
- Fenotipske odlike Merinolandschaf ovaca tijekom sisajućeg razdoblja u ekološkom uzgoju
6. **Ivana Klarić, Zvonimir Steiner, Mario Ronta, Novoselec Josip, Natalija Steiner, Željka Greger, Martina Jurilj** - Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve krmnim smjesama tovnih pilića na proizvodne pokazatelje i mortalitet

7. **Marijana Vrbanić, Đurica Kalember, Vedran Nervo, Lucija Majhen, Dražen Čuklić, Tatjana Tušek, Danijela Stručić**  
- Prikaz broja isporučitelja i kvalitete mlijeka u Republici Hrvatskoj od uspostave Središnjeg laboratorija za kontrolu kvalitete mlijeka
8. **Ana Zelić, Zlata Kralik, Gordana Kralik**  
- Utjecaj dodataka mikroalgi u hranu nesilica na sadržaj omega-3 masnih kiselina u jajima
9. **Tatjana Tušek, Damir Alagić, Valentino Panić, Đurica Kalember, Vedran Nervo**  
- Najčešće korišteni bikovi za umjetno osjemenjivanje krava i junica na području rada Veterinarske ambulante Farkaševac
10. **Dorothea Pimpi-Steiner, Kovačić Marin, Puškadija Zlatko, Boris Lukić, Nikola Raguž**  
- Genetski markeri u identifikaciji bioraznolikosti medonosne pčele (*Apis mellifera*)
11. **Maja Mečeri, Marin Kovačić, Zlatko Puškadija, Nikola Raguž, Boris Lukić**  
- Revitalizacija uzgoja konja finalizacijom proizvoda i usluga u istočnoj Hrvatskoj
12. **Danijela Samac, Matej Bolčić, Đuro Senčić, Zvonko Antunović, Josip Novoselec**  
- Ekološka proizvodnja mesa peradi
13. **Maja Gregić, Katarina Janković, Mateja Sekulić, Mirna Gavran, Mirjana Baban, Pero Mijić, Tina Bobić, Klemen Potočnik, Vesna Gantner**  
- Revitalizacija uzgoja konja finalizacijom proizvoda i usluga u istočnoj Hrvatskoj
14. **Goran Vučković, Maja Gregić, Ivana Jožef, Tina Bobić, Dragan Dokić, Vesna Gantner**  
- Estimation of cow's daily dry matter intake (DMI) using two different equations based on animal recording data
15. **Zlata Kralik, Manuela Grčević, Gordana Kralik, Danica Hanžek**  
- Važnost selena u hranidbi kokoši nesilica
16. **Marin Kovačić, Marica Maja Dražić, Ralph Büchler, Zlatko Puškadija**  
- Uspjeh prezimljavanja različitih genotipova sive pčele (*Apis mellifera carnica*) tijekom dvije zime na području Baranje

## SECTION III\*

### Agroekologija / Agroecology

1. **Sanda Rašić, Edita Štefanić, Ljubica Vuković, Sara Rašić** - Drvenaste invazivne biljne vrste Hrvatske
2. **Vedran Lederer, Jasna Šoštarić, Marko Josipović, Monika Marković**  
- Pojava suše na području Osječko-baranjske županije u razdoblju od 2000. - 2015. godine
3. **Tijana Stojanović, Vele Tešević, Vojislava Bursić, Gorica Vuković, Jovana Šućur, Aleksandra Popović, Miloš Petrović**  
- The study of dill essential oil chemical composition
4. **Antonija Kezerle, Hrvoje Pavlović, Tena Silađi, Kazimir Antunović, Matea Martinović, Darko Velić, Natalija Velić**  
- Biološka obrada pivskog tropa obojenog metilenskim modrilom i kongo crvenilom pomoću gljive bijelog truljenja *Trametes versicolor*
5. **Ana-Marija Zorčec, Sonja Pejić, Natalija Velić, Kristina Mastanjević, Vinko Krstanović, Bojan Šarkanj**  
- Određivanje mikotoksina u pivu vezanim sustavom tekućinska kromatografija-tandemska masena spektrometrija (LC-MS/MS)
6. **Renata Iličić, Slobodan Vlajić, Tatjana Popović, Jelica Gvozdanović-Varga, Vladislav Ognjanov**  
- Influence of different nutrient media on the growth and development of phytopathogenic fungi isolates
7. **Ivica Kelam, Drago Kraljević** - Zlatna riža između neispunjenih nada i neopravdanih strahova
8. **Gabriella Kanižai Šarić, Ivana Majjić, Igor Ribarić**  
- Utjecaj temperature i vremena skladištenja na preživljavanje *Bradyrhizobium japonicum*
9. **Dijana Podravec, Tihomir Kovač, Lidija Lenart, Bojan Šarkanj**  
- In vitro assessment of antagonistic potential of *Trichoderma* spp. Against *Fusarium graminearum* and *Fusarium verticillioides*
10. **Ankica Sarajlić, Ariela Pešerović, Ivana Majjić, Emilija Raspudić, Karolina Vrandečić**  
- Zaštita jagode od štetnih organizama
11. **Petra Vukorepa, Biljana Crevar, Ivana Dodlek Šarkanj, Tihomir Kovač, Bojan Šarkanj**  
- Kontrola prisutnosti GMO soje, kukuruza i pšenice na hrvatskom tržištu namijenjene za ljudsku prehranu
12. **Tijana Stojanović, Vojislava Bursić, Marina Đukić, Gorica Vuković, Aleksandra Petrović, Dušan Marinković, Tijana Zeremski**  
- Multi-class pesticide residues validation in sour cherries by LC-MS/MS in accordance with SANTE/11813/2017

13. **Tijana Stojanović, Martina Mezei, Aleksandra Petrović, Vojislava Bursić, Gorica Vuković, Branka Ljevnaić-Mašić, Jasna Grabić**  
- Species diversity of cyclopoids (Crustacea: Copepoda) at SNR "Stari Begej - Carska bara"
14. **Renata Baličević, Marija Ravlić, Matej Šimić**  
- Alelopatijski potencijal vodenih ekstrakata vrsta iz porodice Solanaceae na salatu
15. **Pavo Lucić, Marija Ravlić, Vlatka Rozman, Renata Baličević, Anita Liška, Marko Župarić, Dino Grubišić, Ivan Paponja**  
- Insekticidni i alelopatijski potencijal ljupčaca (*Levisticum officinale* Koch)
16. **Zoran Dinić, Jelena Maksimović, Aleksandra Stanojković-Sebić, Radmila Pivić**  
- The content of trace elements in forage crops grown on diverse soils of the Mali Zvornik municipality in Serbia
17. **Darija Kuharić, Vladimir Margeta, Marina Vinaj** - Međunarodna udruga poljoprivrednih muzeja - gdje je Hrvatska?
18. **Maja Novak, Nenad Novak** - Alelopatijski učinak korijena pajasena (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) na početni porast korovne vrste koštan (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.)
19. **Goran Ivančan, Jelena Plavec, Željko Budinščak**  
- Cvrčci (Hemiptera: Auchenorrhyncha) vektori žutica vinove loze u Republici Hrvatskoj
20. **Đurđica Kovačić, Davor Kralik, Daria Jovičić, Robert Spajić, Dario Brdarić**  
- Oporaba otpadnih jestivih ulja u svrhu proizvodnje bioplina
21. **Tomislav Vinković, Monika Tkalec, Boris Ravnjak, Marija Slivonja**  
- Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na klijavost i energiju klijanja lubenice i dinje

## SECTION IV\*

### Agroekonomika / Agroeconomics

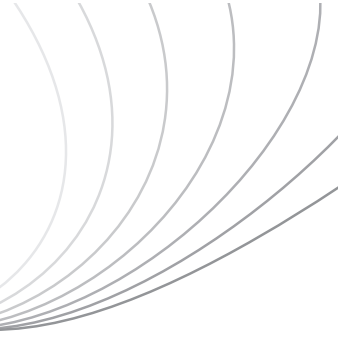
1. **Ana Crnčan, Igor Kralik, David Kranjac, Kristina Bolvari**  
- Evidentiranje troškova na gospodarstvima s ekološkom proizvodnjom
2. **Jelena Kristić, Pia Jemrić, Jadranka Deže, Ljubica Ranogajec**  
- Transformacija činitelja poslovanja u poljoprivrednim subjektima Vukovarsko-srijemske županije
3. **Lari Hadelan, Ana Crnčan, Tihana Kovačićek**  
- Navodnjavanje u funkciji rasta poljoprivredne proizvodnje u Hrvatskoj
4. **Sanja Jelić, Ružica Lončarić, Igor Kralik** - Proizvodnja i cijene maslaca u Republici Hrvatskoj i u zemljama Europske unije
5. **Dragan Dokić, Maja Gregić, Vesna Gantner**  
- Važnost optimiziranja stope PDV-a u poljoprivrednoj proizvodnji - primjer proizvodnje tovnih svinja
6. **Dragan Dokić, Maja Gregić, Vesna Gantner**  
- Potpore jedinica lokalne samouprave u ratarsku proizvodnju i implikacije na optimizaciju poslovanja
7. **Đurica Kalembur, Marijana Vrbanić, Tatjana Tušek, Kristina Svržnjak**  
- Kretanje broja hrvatskih autohtonih pasmina domaćih životinja sa osvrtom na novčane potpore u 2015. i 2016. godini

## SECTION V\*

### Poljoprivredna tehnika i tehnologija / Agricultural technics and technology

1. **Željko Barač, Ivan Plaščak, Tomislav Jurić, Mladen Jurišić, Goran Heffer, Domagoj Zimmer, Ivan Vidaković, Marko Kovačević**  
- Pojavnost humanih vibracija pri eksploataciji poljoprivrednog taktora
2. **Ivan Vidaković, Ivan Plaščak, Goran Heffer, Željko Barač, Domagoj Zimmer, Danijel Marinović**  
- Utjecaj sustava za obradu ispušnih plinova dizel motora na svojstva motornog ulja
3. **Goran Heffer, Ivan Vidaković, Goran Rozing, Željko Barač, Antun Ausec**  
- Analiza trošenja diskova tanjurače na sijačici za direktnu sjetvu
4. **Anamarija Banaj, Đuro Banaj, Domagoj Dundović, Vjekoslav Tadić, Željko Lovrić**  
- Twin row technology maize sowing on family farm Vračić
5. **Đuro Banaj, Anamarija Banaj, Dragan Jurković, Vjekoslav Tadić, Davor Petrović, Željko Lovrić**  
- Sjetva kukuruza sijačicom MaterMaccTwinRow-2 na OPG-u Jasna Puhar
6. **Aleksandar Sedlar, Ivan Novčić, Igor Ivanišević, Vladimir Višacki, Ondrej Ponjičan, Jan Turan, Veljko Šuša**  
- Kvaliteta aplikacije mlaznica s ravnim mlazom u krumpiru pri promjeni tlaka i norme aplikacije
7. **Jan Turan, Vladimir Višacki, Aelksandar Sedlar, Pavol Findura, Kristof Koloman, Patrik Burg, Vladimir Masan**  
- Analiza separacije kombajna u žetvi pšenice

# Plenary section



## Adaptable tillage - is that a solution for the present climate situation?

Márta Birkás<sup>1</sup>, Igor Bogunović<sup>2</sup>, Igor Đekemati<sup>1</sup>, Ivica Kisić<sup>2</sup>, Zoltán Radics<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Szent István University, Gödöllő, Páter K. u. 1, Gödöllő, Hungary, e-mail: birkas.marta@mkk.szie.hu*

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

### Abstract

The aim of this work was to investigate the critics, connected with the ploughing, in a long-term trial started in 2002 on Experimental and Training Farm of the Szent István University in Hungary on Chernozem soil. Besides the ploughing treatment, further treatments were subsoiling, tine tillage, disk tillage and direct drilling. Results revealed occurrence and temporal extension of the plough pan under ploughing treatment. Moreover, the soil structural degradation in the regularly ploughed soil was also proved through high structure deterioration and crust formation following with organic carbon loss through high CO<sub>2</sub> efflux. At optimum water content ploughing can be less devastating procedure, although long term trial confirm that favourable soil condition is mostly non applicable. Regardless to soil water content, ploughing decline the biota (earthworm) population, but not radical decline in weeds infestation was observed. In the first years of the trial, higher yields were obtained at deeper tillage treatments, including ploughing while after 15 years this trend has changed considering the climate extremes. The aims of adaptation should be supplemented establishing climate tolerable soil condition.

**Keywords:** soil vulnerability, structure deterioration, adaptable tillage

### Introduction

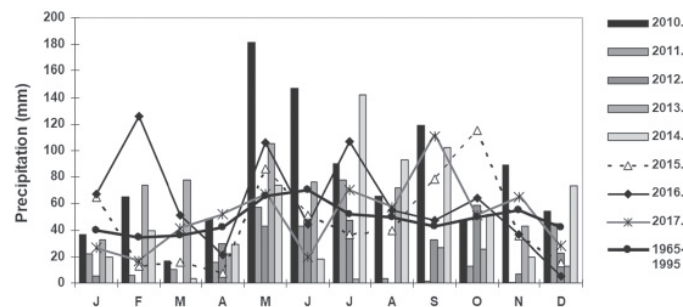
The use of ploughing had started in our region in the end of the years 900s (Milhoffer, 1897). Although, plough constructions changed through time, the damages induced by ploughing remains and, moreover, increased the soil degradation (Birkás, 2008), although other tillage methods appears (Beke, 1922, Birkás et al., 2017), but no radical change occurred. Today, ploughing is used approximately 40% of the arable land in Hungarian and at least 75-77% of the lands in Croatian relation (Đekemati et al., 2016), mostly due to the lack of knowledge of the negative effects of plough on soil. The effects of ploughing on soil can be summed up by own studies (e.g. Gyuricza et al., 2015) and by literature data (Laird and Chang, 2013; Šimon et al., 2009; Tarnawa et al., 2017; Tóth et al., 2017, Bogunović et al., 2018). Negative impact of ploughing on wet soil is the step in formation of the pan layer below edge of tillage. This hardly permeable layer limits water movement, enhancing the drought during a dry season. Similar practice during dry soil enhances the energy consumption, dust formation, hard and large clumps making difficult seeding practice. Soil structure deterioration by ploughing is (Bogunović et al., 2018), minimised in moistened soil, however, organic matter losses occur due to the soil respiration

(Birkás et al., 2017). Therefore, tillage alternatives should be researched and implemented in practice for reducing the level of soil degradation and to maintain the soil productivity (Bogunović et al., 2018).

The aim of this research was to investigate the soil physical state under several tillage practices. The questions examined were as follows: occurrence and extension of pan compaction, structure deterioration (dust and crust formation), extension of soil volume causing water loss, limited water content for ploughing, poor earthworm habitat, high CO<sub>2</sub> emission, questions in weed infestation and yield level in harmony with the soil condition.

### Materials and methods

A long-term experiment was initiated at the Experimental and Training Farm of the Szent István University, Hatvan, Hungary (47°06' N, 19°06' E, 110 m a.s.l.), in 2002. The terrain is flat, while climate is temperate continental with average precipitation of 580 mm (1975–2000). Soil is silty clay loam Endocalcic Chernozems, Loamic (IUSS W. Group WRB, 2015), characterized by adequate humus content (3.12 %) and moderate sensitiveness to compaction. At 0–20 cm depth the sand, silt and clay contents are 10 %, 54 % and 36 %, respectively (Tóth et al., 2017). The soil is categorised as coherent, workable or plastic when its moisture content ranges between, 14.8–18.9, 19.0–23.9, or > 24.0 m/m %, respectively (Csorba et al., 2011). The amount of precipitation in the last eight years is represented in Figure 1.



**Figure 1.** Monthly precipitation (mm) in the last years of investigation (2010–2017) and average of the 30-year period

Experiment was a randomised block design with six treatments in four replicates (Sváb, 1981). Plot size was 13 m x 185 m. Six treatments comprised deep –  $\geq 0.300$  m (that is loosening, L, ploughing, P, and tine tillage, T) –, and shallow –  $\leq 0.22$  m, (that is tine tillage, ST and disking, D) – soil disturbance along with direct drilling (DD). One-pass tillage was carried out for cereals, while separate seedbed preparation was applied for wide row crops.

Crop sequence was planned to maintain soil quality and suppress the weeds: white mustard (2002), winter wheat (2002/03), rye (2003/04), pea (2004), winter wheat (2004/05), white mustard (2005), winter wheat (2005/06), phacelia (2006), maize (2007), sunflower (2008), winter wheat (2008/09), white mustard (2009), maize (2010), oat (2011), w. wheat (2011/12), spring barley (2013), sunflower (2014), winter wheat (2014/15), maize (2016) and winter oat (2017).

Crop residues were returned in soil. Post-emergence herbicide was used once in the spring. A direct chemical treatment was applied in five years (2011, 2012, 2013, 2015 and 2017) on cereal stubbles at the end of August.

Sampling was taken in 30-day intervals in each treatment in six repetitions. The soil samples were air-dried and then dry-sieved (60 shakes/min), to determine the aggregate-size distribution. Crumbs in the national soil physics categorisation system are defined as soil aggregates ranging from 0.25 to 10 mm in diameter, of which those falling in the range of 0.25-2.5 mm qualify as small crumbs and <0.25 mm as dusts (Filep, 1999). Soil moisture was measured in situ with the PT-I type gauge (Kapacitiv Kft, Budapest, Hungary) every 30-days. Level of soil water content to determine the suitability for tillage was derived from the basic data collected in 16 years. Penetration resistance was recorded using a handheld Szarvas-type penetrometer (Mobitech, Hungary) having a 1.0 cm<sup>2</sup> cone and a 60° apex, at soil depths of 55 cm at each 5 cm increment, in at least six repetitions. The cover ratios of crusting were measured with a quadrat device with area of 0.25 x 0.25 m. The thickness of the crusts was simultaneously measured. Instrumental measurements were completed with soil profile assessment (with area of 0.5 x 0.5, and to a depth of 45 cm). Results of CO<sub>2</sub> emission were recited from the literature (Bilandžija et al., 2016, Tóth et al., 2017).

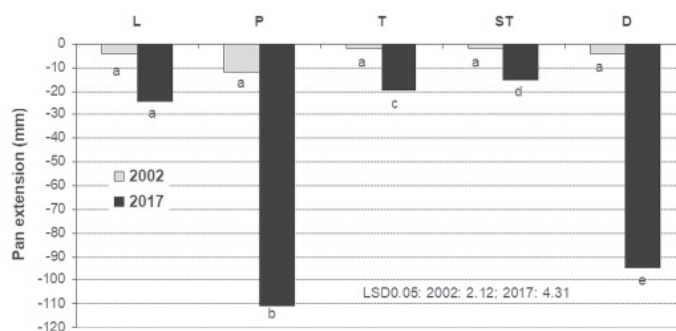
Weed surveys were carried out five times in the year that are: 1. in spring, before application of chemical weed control, 2. at flowering (May/June), 3. on the stubble, 4. before primary tillage and before the onset of cold period (November). Weed infestation grade is calculated using the scoring method based on the measurement of the ground coverage of the weeds according to Balázs and Újvárosi (Reisinger, 2001; Kende et al., 2017). Yield was weighed at the time of harvest. Soil deterioration was studied by measuring changes in soil state (extension of pan, ratio of crumb, dust, surface crusting and the number of earthworm).

**Statistical analyses.** The least significant difference (LSD) at a significance level of  $p < 0.05$  was used to identify differences between treatment means and completed with the Fisher's adjustment.

## Results and discussion

### *Tillage pan occurrence and extension*

During 2002, a compacted layer (2-12 mm) was measured below the upper 28 cm layer. Annual disking (D) and ploughing (P) extend pan layer. However, at the tine tillage (T) and subsoiling (L) penetration resistance was moderate ( $\leq 3.2$  MPa). The differences, regarding the data compared, are significant ( $P < 0.01$ ). The thickness of the pan layer between treatments varied from 2 and 12 mm in 2002 and from 15 and 111 mm in 2017 (Figure 2).



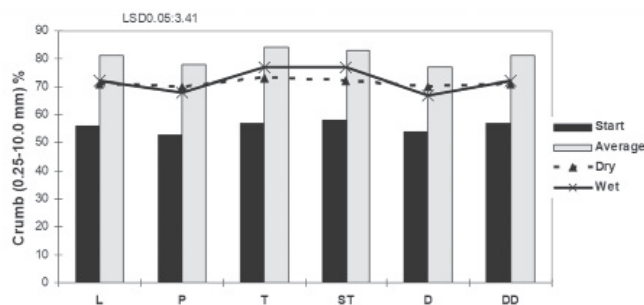
**Figure 2.** Comparing the tillage pan occurrence in the first (2002) and the 16th (2017) year

**Remarks:** L: loosening, P: ploughing, T, ST: tine tillage, D: disk tillage  
Columns designed by the same letter do not differ significantly ( $P = 0.01$ ).

The reason for the differences may originate from the different initial compactness of the soil. Other studies also found the pan forming effect by plough share mainly in wet soil (Đekemati et al., 2016).

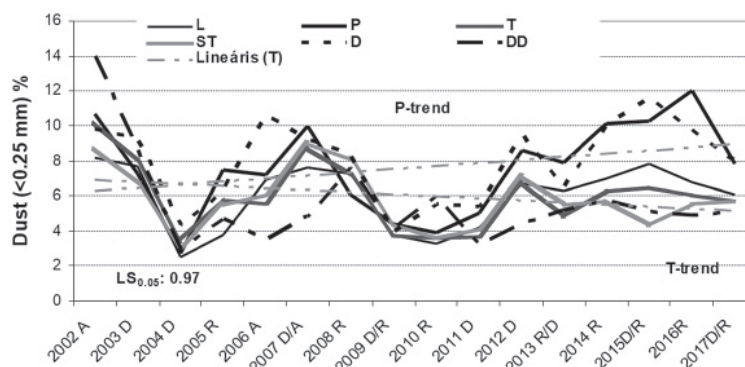
*Soil structure deterioration and dust formation*

In 2002 soil structure was deteriorated, which progressively improved depending on the cultivation treatments. The differences between the treatments are significant ( $p < 0.0$ ). The proportion of crumbs dropped by 4-10% in P treatment (16 years average) in addition to other treatments which is not considerable (e.g. 67 % at the ploughing, and 70-72% at the conservation tillage). The crumb formation was also affected by the soil moisture content in long term (Figure 3).



**Figure 3.** Ratio of crumbs at different soil tillage in the seasons  
**Remarks:** L: loosening, P: ploughing, T, ST: tine tillage, D: disk tillage

An important factor is the proportion of dust in the cultivated soil. The ratio of dust in ploughed soil in 16 years is 7.8%, but growth is expected based on the trend (Figure 4). The tendency of the dust ratio at the T treatment shows downward, however that shows upward at the P treatment. The surface cover (at T) reduces the dust formation and the exposure to the climate elements (at P) is increase the dust formation. At present research, structural deterioration is slower than in practice, as ploughing is depending on soil moisture content, so soil exposure to climate elements is lower (Birkás et al., 2017). However, the trend of deterioration deserves attention.



**Figure 4.** Trend of the dust ratio at different tillage treatments and seasons  
**Remarks:** L: loosening, P: ploughing, T, ST: tine tillage, D: disk tillage  
 A: average, D: dry, R: rainy season



### Soil volume extension

The question is how much the volume of cultivated soil grows after soil disturbance, and whether the created state corresponds to the cultivation conditions. The original size of the soil sample was 0.4x0.4x0.4 m (0.064m<sup>3</sup>).

Volume of sample (m <sup>3</sup> )	Ploughed	Ploughed + levelled	Loosened	Tine
Stubble state	0.064	0.064	0.064	0.064
Following tillage	0.0880	0.741	0.0768	0.0736

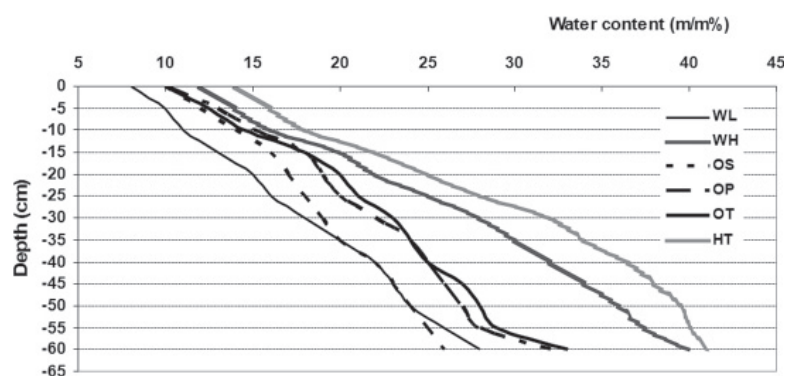
After cultivation, the volume of the sample in the ploughed soil was higher that is 0.088, the ploughed and levelled soil was 0.0741, in the loosened soil was 0.0768, and in the tine tilled soil was 0.0736 m<sup>3</sup>. Extension of the surface on ploughed soil was 160 mm, on the soil that was ploughed and levelled was 63mm, and on loosened soil that was 45 mm and on tine tilled soil was 31.5 mm. The differences are statistically reliable (LSD0.05: 10.2 mm). An important factor is the measure of the soil loosening related to the stubble state. While the seedbed looseness is higher by 30-35% compared to the stubble state, excessive loosening is not desirable at the primary tillage. If ploughing is applied, the smaller degree of soil disturbance may favourable (Birkás, 2010), and this can only be accomplished by use of preparation element.

### Limited water content for ploughing

When applying a given cultivation method, soil moisture content is found to be an important factor. Considering the extreme climate conditions, it is preferable to use tillage operations in different humidity ranges (Figure 5). Over the last 3 years (2015-2017) in the experiment, water surplus was dominant in the autumns therefore a new variant, HT had to be included. At the same time, in the growing season, the water shortage was rather typical.

The moisture content of the growing season in average of the 16 years are as follows:

Ploughing	Ploughing-levelled	Loosening	Tine tillage	Disking	Direct drilling
medium	good	very good	very good	good-medium	good-medium



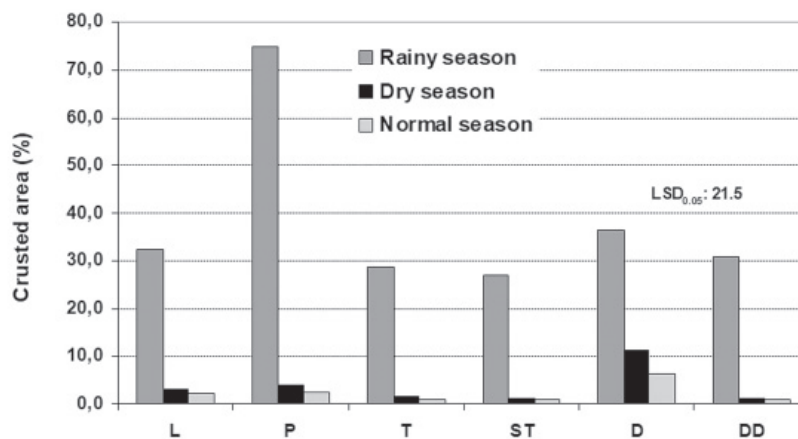
**Figure 5.** Optimal and less favourable water content for soil tillage interventions on Chernozem soil (Hatvan, 2002-2017)

**Remarks:** WL: workability, lower water level; WH: workability, highest water level; OS: optimal water content for subsoiling; OP: optimal water content for ploughing; OT: optimal water content for soil tillage; HT: highest water content for tine tillage

In terms of moisture content, good storage and effective moisture retention is considered as favourable. This criterion was performed by subsoiling and tine tillage. At the same time, soil state that was created by plough and packer element was considered also appropriate, which draws attention to change old habits to the new one (Birkás et al., 2017).

#### Crust formation

The crust area was largest during rainy season and at surface of P and D treatments while the lowest was at the T and DD treatment (Figure 6.). Spatially, crusts occurred at P and D treatments during wide-row crops and also a high density winter crops. The original reason was obviously the dustiness and then the soil siltation. At other treatments we hypothesized that adequate ratio of surface cover gave chance to minimise crust formation. The crusting of the surface is mainly outlined during the sowing and crop emerging period (Gallardo-Carrera et al., 2007), that received less attention in the growing season. As Badorreck et al. (2013) emphasised, the reason for silting and crusting on the soil surface being negative processes and that both impede the movement of moisture, air and heat.

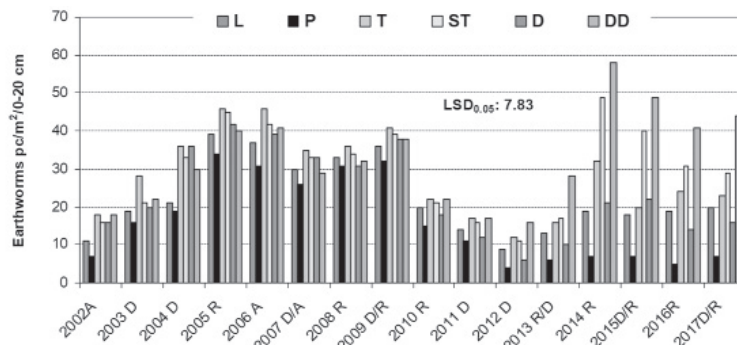


**Figure 6.** Crusted area in different seasons and in soils disturbed differently (Hatvan, 2003-2017)

**Remarks:** L: loosening, P: ploughing, T, ST: tine tillage, D: disk tillage

#### Poor habitat for earthworms

The question is, ploughing really gives a bad habitat to earthworms, as the literature data presented (Rothwell et al., 2011, Briones and Schmith, 2017). In our experiment, there were low number of earthworms (Figure 7) in the first year, in the dry years (2011, 2012), in some rainy years (2010, 2016), and in the seasons when a rainy period changed the dry period rapidly (e.g. in 2013). The crops had no influence in the earthworm number. Most of the earthworms were measured in a slightly rainy (2005) and in the average year (e.g. in 2006) and in the years that were free from extremes. Considering the earthworm trend, P treatment decreased the number of earthworms, despite the soil moisture status. In L and D treatments earthworm number fluctuate, while ST soil can be considered as preservatives for earthworm habitats. In the direct drilling treatment – although the number of worms can fluctuate by the season – the increasing number of worms was recognised.



**Figure 7.** Number of earthworms at different soil disturbance and seasons (Hatvan)  
**Remarks:** L: loosening, P: ploughing, T: tine tillage, D: disk tillage. DD: direct drilling

#### *Carbon-dioxide flux*

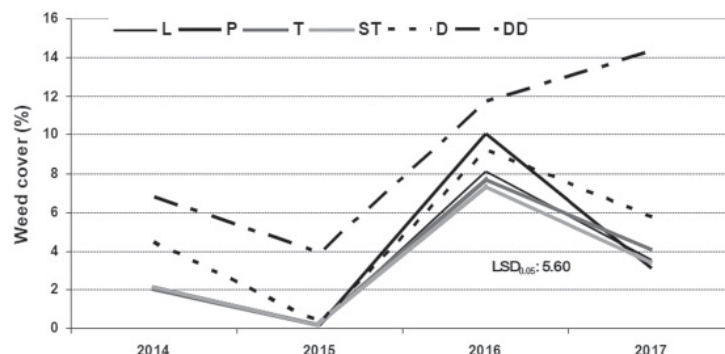
The question is, how increase the ploughing the carbon dioxide emissions. There are data in the literature concerning to state and confirm assumptions. It is fact, that during ploughing, an increase in microbial activity can occur, considering the favourable aeration. Tóth et al. (2017) found that ploughing resulted in higher CO<sub>2</sub> emissions in most cases in the experiment. Ploughing is a soil-inverting primary tillage technique, and the surface layer is in furrows contains holes, and due to this soil CO<sub>2</sub> emission, and the decomposition of organic matters will be increased (Bilandžija et al. 2016). Authors outlined that such circumstances can be avoided by surface levelling simultaneously with ploughing.

Considering the review of the years of data, the following observations can be hoped:

Tillage mode	Ploughing	Ploughing + levelling	Subsoiling	Tine tillage	Disk tillage	Direct drilling
CO <sub>2</sub> emission just at tillage	High	Moderate	Moderate	Low	Moderate	Low
CO <sub>2</sub> emission in the growing season	Moderate, increased after rains	Low/moderate	Moderate	Moderate /low	Low	Low but continuous

#### *Soil disturbance impacts on weed cover*

In earlier publications, ploughing was highlighted as a weed control operation (McCloskey et al., 1996, Mohler and Galford, 1997), and this perception has only be changed in less intensely. A plough may invert seeds deeper into the soil and this is a critical point, while larger part of the buried seeds can remain viable in soil for many years (Mas and Verdú, 2003). Initially, the increase in grass weed infestation hindered the introduction of ploughless tillage across Europe (Melander, 1998). There are authors who have highlighted the original reason of the grass weed infestation that is the weed seed accumulating effect of the former soil inversion technique (McCloskey et al. 1996, Colbach et al., 2014). Reducing the weed infestation played great importance in the long-term trial by winter wheat since this crop was grown in six seasons inside of fourteen years (Kende et al., 2017). As it expected, the favourable trend has interrupted by the growing wide row crops in a rainy season (Figure 8). Weed cover slightly decreased by the growing narrow crop (winter oat) again, which reaffirmed the importance of optimized crop sequence in weed control.



**Figure 8.** Trend in weed coverage in the last 4 extreme years (Hatvan)  
**Remarks:** L: loosening, P: ploughing, T, ST: tine tillage, D: disk tillage. DD: direct drilling

*Soil condition and yield level*

The question is does the basic method the ploughing for achievement good yields. Results obtained in the long-term trial are presented in Table 1. According to this, best yields were achieved by the loosening and the ploughing with 5x, and by tine tillage with 3x, and the direct drilling 2x inside fourteen years.

**Table 1.** Crop yields (t/ha) in a long-term trial (Hatvan (2003-2017))

Year, crop	L	P	T	ST	D	DD	LSD <sub>0.05</sub>	Note
2003D W. wheat	<b>3,45</b>	3,12	2,99	2,51	2,76	1,10	0,26	start, weed infestation
2004D Dry pea	<b>1,82</b>	1,51	0,93	0,80	0,81	0,23	0,09	late sowing, real
2005R W. wheat	5,81	<b>7,53</b>	4,67	4,01	4,83	1,81	1,57	real
2006A W. wheat	4,58	<b>4,59</b>	3,97	3,07	3,63	1,37	0,60	rain at harvest
2007D/A Silage maize	27,47	<b>29,63</b>	26,10	18,93	24,36	25,72	2,80	drought
2008R Sunflower	<b>4,01</b>	3,63	3,55	3,5	3,17	3,47	0,24	real
2009D/R W. wheat	5,78	5,60	5,02	5,57	5,48	<b>6,03</b>	0,70	extremes
2010R Maize	6,52	<b>8,34</b>	7,29	7,13	6,49	6,58	0,50	rainy year
2011D Spring oat	3,56	3,77	<b>4,31</b>	3,77	3,84	3,97	0,25	drought
2012D W. wheat	1,61	1,97	3,00	2,01	3,18	<b>3,84</b>	0,25	drought
2013R/D S. barley	<b>3,13</b>	2,95	3,09	2,47	2,85	2,90	0,22	real
2014R Sunflower	3,13	<b>3,23</b>	3,05	3,17	2,67	2,19	0,47	rain at harvest
2015D/R W. wheat	5,76	5,70	5,73	<b>5,77</b>	4,71	4,82	0,95	dry season
2016R Maize	8,46	8,37	8,43	<b>9,33</b>	7,92	8,05	0,60	rains, hail
2017D/R W. oat	<b>5,87</b>	5,70	5,68	5,29	4,50	4,51	0,54	frost, extremes

**Remarks:** D: dry, A: average, R: rainy year; L: loosening, P: ploughing, T, ST: tine tillage, D: disk tillage. DD: direct drilling

Evaluating the latter extreme seasons, higher crop yields found at soil condition where the soil damages remained minimal, that are at the loosened (L) and the tine tilled (T) soils.

## Conclusions

The reality of criticism related to the ploughing was studied in the long-term experimental conditions. The most important findings were:

- The formation and vertical progress of the pan compaction is practically inevitable in a ploughed soil.
- Poor crumb and high dust ratio form in a ploughed soil in general, coupled of the surface crusting.
- Extension of soil volume by ploughing is mostly unfavourable. Levelling the surface can contribute to the water retention in ploughed soils.
- The different moisture range of primary cultivation processes helps to make better choices in extreme climate conditions.
- A ploughed soil – considering the clean surface and the soil inversion – is unfavourable habitat for earthworms.
- The high carbon dioxide emission in a recent ploughed soil can reduce by surface preparation.
- Reducing the weed infestation attributed to ploughing is mostly debatable.
- In extreme climate conditions, higher crop yields found at soil condition where the soil damages remained minimal.

## Acknowledgement

Research was supported by the AGRÁRKLÍMA.2 VKSZ\_12-1-2013-0034 project.

## Literature

1. Badorreck, A., Gerke, H.H., Hüttl, R. F. (2013): Morphology of physical soil crusts and infiltration patterns in an artificial catchment, *Soil and Tillage Res.*, 129, 1-8.
2. Beke, L. (1922): Dusk of the plough. *Gazdasági Lapok*, 74, 137–138. in Hungarian.
3. Bilandžija, D., Zgorelec, Ž; Kisić, I. (2016): Influence of tillage practices and crop type on soil CO<sub>2</sub> emissions. *Sustainability*, 8, 90, *Sustainability* 2016, 8, 90; doi:10.3390/su8010090
4. Birkás, M. (2008): Lessons drawn from the history of tillage. In: Birkás M. (ed.) *Environmentally-sound adaptable tillage*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 297–340.
5. Birkás, M. (2010): Long-term experiments aimed at improving tillage practices. *Acta Agr. Hung.*, 58 (Suppl 1), 75-81.
6. Birkás, M, Dekemati, I, Kende, Z, Pósa, B. (2017): Review of soil tillage history and new challenges in Hungary. *Hung. Geographical Bull.*, 66 (1), 55-64. DOI: 10.15201/hungeobull.66.1.6
7. Bogunovic, I., Pereira, P., Kisić, I., Sajko, K. Sraka, M. (2018). Tillage management impacts on soil compaction, erosion and crop yield in Stagnosols (Croatia). *CATENA*, 160, 376-384.
8. Briones, M.J.I., Schmith, O. (2017): Conventional tillage decreases the abundance and biomass of earthworms and alters their community structure in a global meta-analysis. *Global Change Biology*, 23, 4396-4419. <https://doi.org/10.1111/gcb.13744> (08.07.2017.).
9. Colbach, N., Busset, H., Roger-Estrade, J., Caneill, J. (2014): Predictive modelling of weed seed movement in response to superficial tillage tools. *Soil Till. Res.*, 138, 1-8.
10. Csorba, S., Farkas, C., Birkás, M. (2011): Dual porosity water retention curves for characterizing the effect of tillage. *Agrokémia és Talajtan*, 60: 335-342. (in Hungarian).
11. Đekemati, I, Radics, Z., Kende, Z., Birkás, M. (2016): Soil state assessment in Croatia and in Hungary – Similarities and differences. *Növénytermelés*, 65 (Suppl.), 139-142.

12. Filep, Gy. (1999): Physical characters of soil. In: Stefanovits, P., Filep, Gy., Füleky, Gy. (eds.): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 131–190 (in Hungarian).
13. Gallardo-Carrera, A., Léonard, J., Duval, Y., Dürr, C. (2007): Effects of seedbed structure and water content at sowing on the development of soil surface crusting under rainfall. *Soil Till. Res.*, 95, 207–217.
14. Gyuricza, C., Smutný, V., Percze, A., Pósa, B., Birkás, M. (2015): Soil condition threats in two seasons of extreme weather conditions. *Plant, Soil and Environment*, 61, 151-157.
15. 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, <http://www.fao.org/3/a-i3794e.pdf> (15.10.2017.)
16. Kende, Z., Sallai, A., Kassai, K., Mikó, P., Percze, A., Birkás, M. (2017): The effects of tillage induced soil disturbance on weed infestation of winter wheat. *Polish J of Environ Stud*, 26 (3), 1131-1138. DOI: 10.15244/pjoes/67552
17. Laird D.A., Chang, C-W. (2013): Long-term impacts of residue harvesting on soil quality. *Soil Till. Res.*, 134, 33-40.
18. Mas, M.T., Verdú, A.M.C. (2003): Tillage system effects on weed communities in a 4-year crop rotation under Mediterranean dryland conditions. *Soil Till. Res.*, 74, 15-24.
19. McCloskey, M., Firbank, L.G., Watkinson, A.R., Webb, D.J. (1996): The dynamics of experimental arable weed communities under different management practices. *Journal of Vegetation Science*, 7, 779-808.
20. Melander, B. (1998): A review of the major experiences with weeds in non-inversion tillage systems within the EEC. In: Tebrügge, F., Böhrsen, A. /ed./ Experience with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Review Papers and Conclusions. pp. 63-68. Fachverlag Köhler, Giessen.
21. Milhoffer, S. (1897): Soil exhaustion. Könyves Kálmán Rt., Budapest (in Hungarian).
22. Mohler, C. L., Galford, A.E. (1997): Weed seedling emergence and seed survival: separating the effects of seed position and soil modification by tillage. *Weed Research*, 37, 147-155.
23. Reisinger, P. (2001): Weed flora survey of the agricultural lands in Hungary (1947-2000). *Magyar Gyomkutató és Technológia*, 2, 65-68.
24. Rothwell A., Chaney, K., Haydock, P. (2011): The impact of cultivation techniques on earthworm populations. In: Karaca A. (eds.) *Biology of Earthworms*. Soil Biology, 24, 159-172. Springer, Berlin, Heidelberg.
25. Šimon, T., Javůrek, M., Mikanová, O. Vach, M. (2009): The influence of tillage systems on soil organic matter and soil hydrophobicity. *Soil Tillage Res.*, 105, 44-48.
26. Sváb, J. (1981): Biometrical methods in research work (third, revised edition). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest (in Hungarian).
27. Tarnawa Á, Pósa B, Kassai MK, Nyárai H.F, Farkas A, Birkás M, Jolánkai M. (2017): Climate change research review – 10th anniversary of the VAHAVA report. *Columella*, 4. 2. 55-62. DOI: 10.18380/SZIE.COLUM.2017.4.2.55
28. Tóth, E., Gelybó, Gy., Dencső, M., Kása, I., Birkás, M., Horel, Á. (2017): Soil CO<sub>2</sub> Emissions in a Long-term Tillage Treatment Experiment. In: Munoz M., Zornoza R. (ed.) *Soil Management and Climate Change: Effects on Organic Carbon, Nitrogen Dynamics, and Greenhouse Gas Emissions*. Elsevier, Academic press, Paperback ISBN: 9780128121283, pp. 293- 307.

**Sažetak**

Cilj ovog rada bio je istražiti negativne kritike kao posljedica oranja u višegodišnjim istraživanjima u koja su započela 2002. na pokušalištu sveučilišta Szent István u Mađarskoj na černozeu. Osim oranja, tretmani obrade tla bili su: podrivanje, obrada čizel plugom, tanjuranje i tretman izostavljene obrade. Tretman oranja rezultirao je pojavom tabana pluga. Nadalje, u istom tretmanu zabilježena je degradacija fizikalnih značajki tla, dokazana kroz pogoršanje strukture tla i stvaranje pokorice praćeno gubitkom ugljika kroz visoku emisiju CO<sub>2</sub>. Oranje pri optimalnoj vlažnosti tla ne mora nužno biti degradirajući postupak, iako dugotrajna ispitivanja potvrđuju kako se oranje pri optimalnom stanju vlažnosti vrlo rijetko primjenjuje. Izuzevši u obzir vlažnost tla, oranje je pokazalo negativan utjecaj na populaciju gujavica, ali isto tako i slab utjecaj na stupanj zakorovljenosti. U prvim godinama pokusa značajno veći prinosi zabilježeni su na tretmanima dublje obrade tla uključujući oranje, dok se taj trend nakon 15 godina promijenio s obzirom na klimatske promjene. Ciljevi prilagodbe nadopunjuju se obradom tla koja ima veću sposobnost tolerirati negativne utjecaje klimatskih promjena.

**Ključne riječi:** ranjivost tla, oštećenje strukture tla, konzervacijska obrada tla

## How much methane does a cow actually produce?

Vesna Gantner<sup>1</sup>, Denis Kučević<sup>2</sup>, Maja Gregić<sup>1</sup>, Muhamed Brka<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer of Osijek, Croatia, email: vgantner@pfos.hr

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Serbia

<sup>3</sup>Department for Animal Breeding, Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo, Bosnia and Hercegovina

### Abstract

Climate change is indisputable. Furthermore, it is a global issue and animal production supply chains are increasingly internationally connected. There is a common opinion that the global animal production sector, particularly cattle production systems, significantly contribute to an anthropogenic GHG emissions. But the question is **How much methane does a cow actually produce?** There are many methods for prediction of methane emissions that could be characterised as direct and indirect measures. The gold standard to measure CH<sub>4</sub> and GHG emissions is the respiratory chamber. Since this technique is not easily applicable, because it is time consuming and costly, it cannot be the method of choice when a large number of measurements are needed (in the case of genetic evaluation). Short-term methods imply increase of production per animal and feeding optimization, while long-term methods imply genetic evaluation and selection based on methane emission variation. Pre-condition for genetic evaluation for methane emission is selection of optimal indicators and models that are highly accurate and easy applicable in routine animal recording. Our current research indicates that methane emission varies significantly in accordance to used prediction equations. If we want the answer: **“How much methane does a cow actually produce?”**, it is necessary to define prediction models for body weight (BW), dry matter intake (DMI) and methane emission (CH<sub>4</sub>) based on parameters of dairy cattle population in Croatia. The stated will enable genetic evaluation of dairy cattle for methane emission as well as selection of cows with lower methane emission intensity. Finally, this will lead to **environmentally sustainable milk production**.

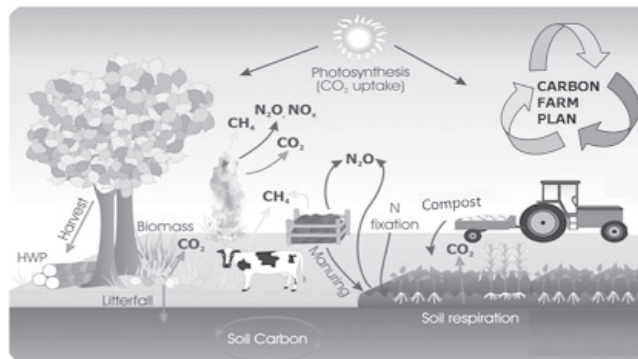
**Key words:** dairy cattle, methane emission, prediction methods

### Introduction

In the last decades we have witnessed increasingly pronounced climate change worldwide. These changes are transforming the environmental conditions in various regions by making them not convenient for living and agricultural production. Currently, agriculture plays an important role in global environmental issues, such as (Picture 1):



- climate change,
- land degradation,
- water pollution and
- biodiversity loss.

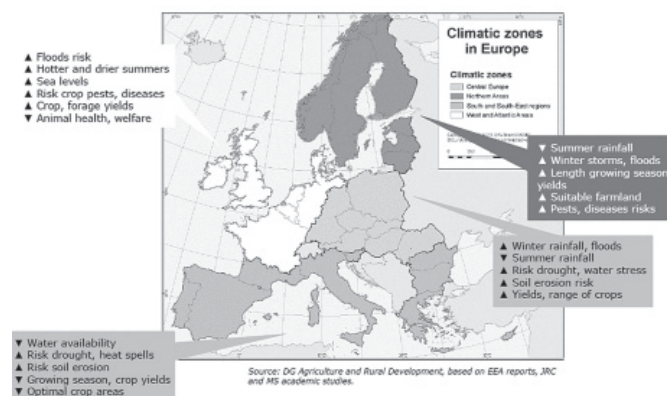


**Picture 1.** Correlation between agriculture and environment  
(<https://www.essentialstuff.org/index.php/2016/05/24/Cat/composting-for-carbon-sequestration>)

### Climate change - impact on European Union

The climate change worldwide is no longer questionable. The question is: How will farming in the EU be affected by climate change? Forecasts indicate following (Picture 2):

- changing in rainfall will be a serious problem in many regions
- rising temperatures
- variability and seasonality as well as
- extreme events, heatwaves, droughts, storms and floods across the EU (European Commission, DG Agriculture and Rural Development, 2016, <http://ec.europa.eu/>).



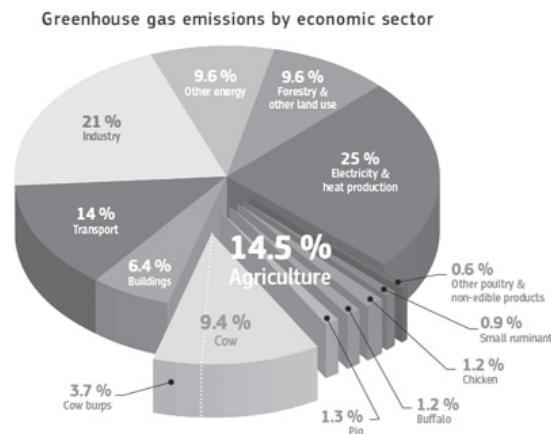
**Picture 2.** Impact of climate change on European Union  
(European Commission, DG Agriculture and Rural Development, 2016, <http://ec.europa.eu/>)

### Animal production sector

The animal production sector, within the agriculture, has significant impact on the environment. Anteriorly, animal production systems were supply-driven, with role to convert the waste material and other resources of limited alternative use into edible products and other goods and services. In that period, relatively limited size of animal production systems had limited impact on the environment. The increase of animal-source foods demands caused intensification of the sector. Therefore, the sector becomes increasingly demand-driven and fast growing that ultimately resulted the current situation when sector competes for natural resources with other sectors. This increase also induces greater environmental impacts and the livestock sector is often pointed out as being particularly resource-hungry.

The global animal production sector significantly contributes to an anthropogenic GHG emission, but at the other hand, it can also deliver a significant share of the necessary mitigation effort (FAO, 2011). The need to reduce the sector's emissions and its environmental impact has become even more pressing in a view of its continuing expansion to ensure food security enough food supplies for growing world population.

Total GHG emissions from animal production supply chains are estimated at 7.1 giga tones of CO<sub>2</sub>-eq/year (year 2005), which represent 14.5% (Picture 3) of all anthropogenic emissions (49 giga tones CO<sub>2</sub>-eq for the year 2004; IPCC, 2007).



**Picture 3.** Emission of greenhouse gasses in accordance to sector (<https://medium.com/@SFGillman/can-we-make-cow-burps-climate-friendly-f9709048f226>)

The animal production supply chains produce (IPCC, 2007):

- 2 giga tones CO<sub>2</sub>-eq of CO<sub>2</sub>/year, or 5% of anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions,
- 3.1 giga tones CO<sub>2</sub>-eq of CH<sub>4</sub>/year, or 44% of anthropogenic CH<sub>4</sub> emissions,
- 2 giga tones CO<sub>2</sub>-eq of N<sub>2</sub>O/year, or 53% of anthropogenic N<sub>2</sub>O emissions,
- emissions of hydrofluorocarbons (HFCs) are marginal on a global scale.

About 44% of the sector's emissions are in the form of CH<sub>4</sub> !!! The remaining part is almost equally shared between N<sub>2</sub>O (29%) and CO<sub>2</sub> (27%).

### GHG emission regarding the species

Cattle are the main contributor to the animal production sector's emissions with about 4.6 giga tones CO<sub>2</sub>-eq, representing 65% of sector emissions, while pigs, poultry, buffaloes and small ruminants have much lower emission levels that is in interval from 7 – 10% of sector emissions (FAO, 2013a; Figure 1)

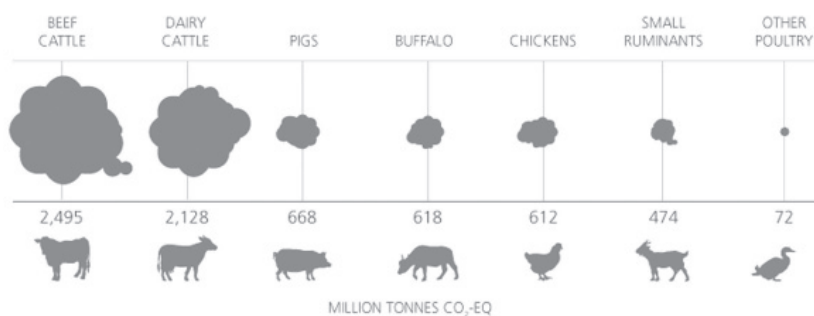


Figure 1. GHG emission regarding the animal species (<http://www.fao.org/gleam/results/en/>)

### GHG emission regarding the commodity

Beef contribute 2.9 giga tones of CO<sub>2</sub>-eq, or 41%, and cattle milk 1.4 giga tones of CO<sub>2</sub>-eq, or 20%, of total sector emissions. These commodities are followed by pig meat, with 0.7 giga tones of CO<sub>2</sub>-eq, or 9% of emissions, buffalo milk and meat (8%), chicken meat and eggs (8%), and small ruminant milk and meat (6%) products (FAO, 2013a, Figure 2).

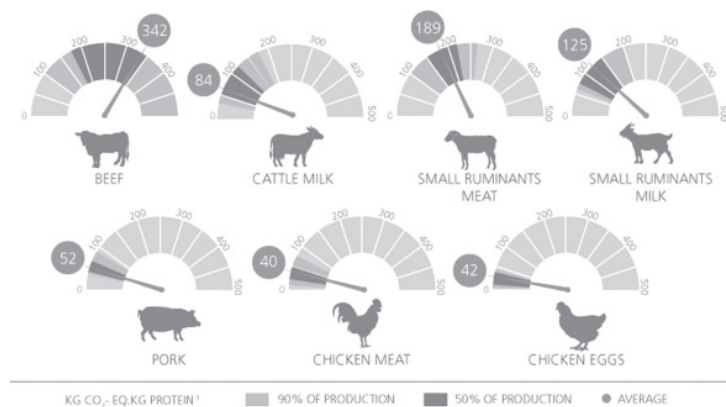
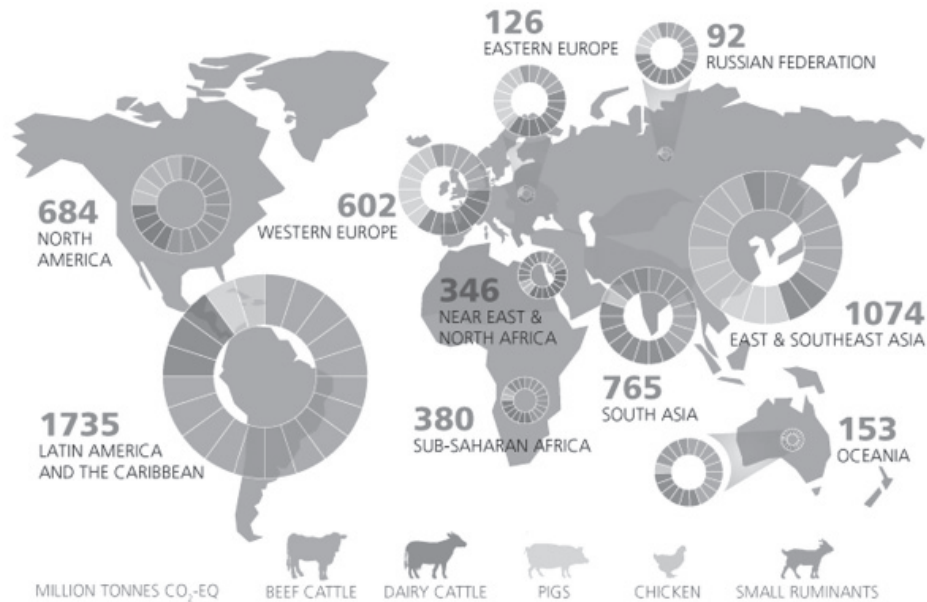


Figure 2. GHG emission regarding the commodity (<http://www.fao.org/gleam/results/en/>)

### GHG emission regarding the regions

The regional emissions and production profiles vary widely. These differences could be explained by the different shares of ruminants or nonruminants in total animal production as well as by differences in production (and emission) intensities between regions (FAO, 2013a). Regional GHG emissions by animal species is shown on Figure 3.



**Figure 3.** Regional GHG emissions by animal species (<http://www.fao.org/gleam/results/en/>)

The highest level of emissions, with 1.7 gigatonnes CO<sub>2</sub>-eq, caused by the specialized production of beef, characterised region of Latin America and the Caribbean. The second highest emitting region is East and Southeast Asia, with over 1.0 gigatonnes CO<sub>2</sub>-eq. South Asia emits almost 0.8 gigatonnes CO<sub>2</sub>-eq, while North America and Western Europe have levels of emissions over 0.6 gigatonnes CO<sub>2</sub>-eq. Sub-Saharan Africa and Near East and North Africa present comparable emissions figures that is slightly above 0.3 gigatonnes CO<sub>2</sub>-eq. Lowest emission levels are determined in Eastern Europe, Oceania and Russian Federation in amount around 0.1 gigatonnes CO<sub>2</sub>-eq (FAO, 2013a).

### GHG emission intensities

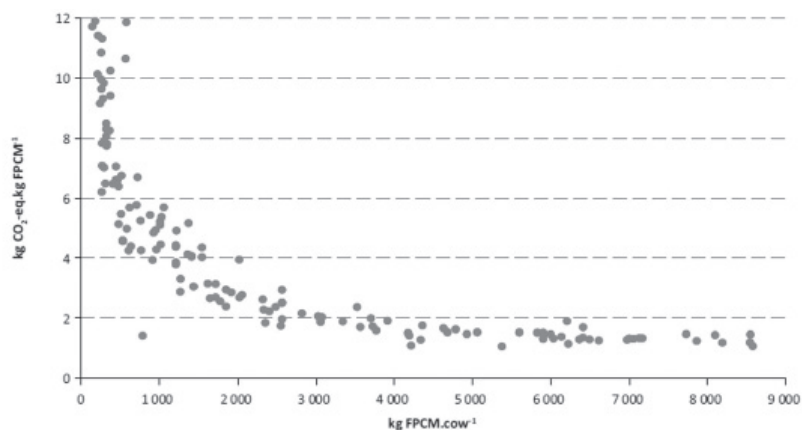
The GHG emission intensities vary greatly among producers (especially for ruminant products, but also for pork and chicken meat and eggs). This variability is caused by:

- different agro-ecological conditions,
- farming practices and
- supply chain management.

This heterogeneity was observed both within and across production systems (FAO, 2013a). Observed variability, that is differences between producers with highest emission intensity and those with lowest emission intensity gives opportunity for finding the adequate mitigation option.

### GHG emission intensity highly depends of system productivity

Generally speaking, the lower productivity is, the higher is GHG emission per kg of product. For example in ruminant production systems there is a strong negative relationship between productivity and emission intensity (Figure 4).



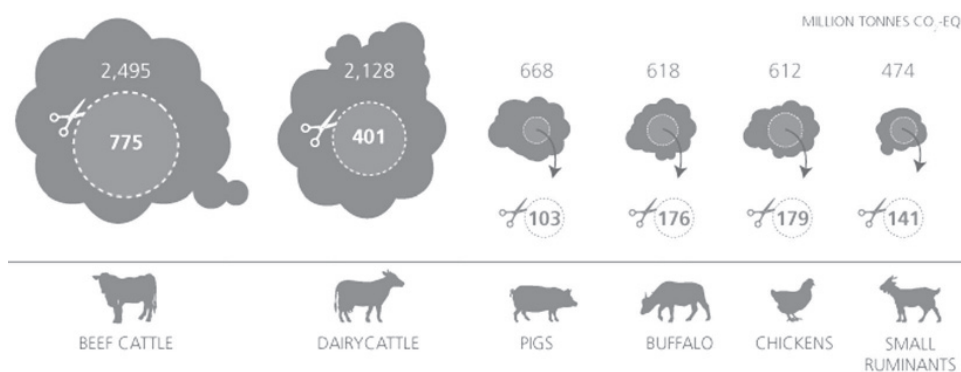
**Figure 4.** Correlation between yield per cow and emission intensity per unit of product produced (Gerber et al., 2011.)

Higher GHG emissions are mainly consequence of (FAO, 2013b):

- low feed digestibility that lead to higher enteric and manure emissions,
- poorer animal husbandry and lower slaughter weights (slow growth rates leading to more emissions per kg of meat produced),
- higher age at slaughter (longer life leading to more emissions).

### Mitigation potential

Mitigation potential estimates are based on the wide gap in emission intensities on a global and regional scale and within production systems and agro-ecological regions (FAO, 2013a). The Figure 5 is based on the assumption that producers in a given system, region and agro-ecological zone apply the practices of the 10th percentile of producers with the lowest emissions intensities, while maintaining constant output. The estimation for mitigation is around 30% (about 1.8 gigatonnes CO<sub>2</sub>-eq).



**Figure 5.** Mitigation potential by animal species (<http://www.fao.org/gleam/results/en/>)

## How much methane does a cow actually produce? How to measure it? Direct and indirect measures of methane emission

The gold standard to measure CH<sub>4</sub> and GHG emissions is the respiratory chamber. Since this technique is not easily applicable, because it is time consuming and costly, it cannot be the method of choice when a large number of measurements are needed (in the case of genetic evaluation). Furthermore, the prediction of CH<sub>4</sub> emission can be obtained with several systems, that are based on feed intake records, breath analysis and cow characteristics and milk composition records. Some of the possible methods are shown in Table 1.

**Table 1.** Methods to predict methane emission (PME) using different indicators (Cassandro et al., 2013)

Method	r	Reference
PME from breath analysis		
Respiratory chamber	0.96	Place <i>et al.</i> , 2011
Head hoods	0.96	Place <i>et al.</i> , 2011
SP6 tracer technique	0.83	Muñoz <i>et al.</i> , 2012
Green feeder	0.89	de Haas <i>et al.</i> , 2011
Laser methane detector	0.80	Chagunda and Yan, 2011
FTIR- Fourier Transform Infrared Spectroscopy	0.89	Garnsworthy <i>et al.</i> , 2012
PME from milk records		
CH <sub>4</sub> (g/kg DM) = 24.6 (± 1.28) + 8.74 (± 3.581) × C17:0 anteiso – 1.97 (± 0.432) × trans-10 + 11 C18:1 – 9.09 (± 1.44) × cis-11C18:1 + 5.07 (± 1.937) × cis-13C18:1	0.85	Dijkstra <i>et al.</i> , 2011
PME from feed intake records		
CH <sub>4</sub> (MJ/d) = 3.23 (± 1.12) + 0.809 (± 0.0862) × DM Intake (kg/d)	0.65	Ellis <i>et al.</i> , 2010
CH <sub>4</sub> (Mcal/d) = 0.814 + 0.122 * Nitrogen Free Extracts (kg/d) + 0.415 * Hemicellulose (kg/d) + 0.633 * Cellulose (kg/d)	0.72	Moe and Tyrrell, 1979
	-	(cited from Demeyer and Fievez, 2000)
		Van Es, 1978, IPCC, 2000, 2006
		Bannink <i>et al.</i> , 2011
CH <sub>4</sub> (g/d) = feed intake (kg of DM/d) × 18.4 (MJ/kg of DM)/0.05565 (MJ/g) × 0.06 × {1 + [2.38 – level of intake (multiples of maintenance level)] × 0.04} <sup>o</sup>	-	
CH <sub>4</sub> (g/d) = [grass or grass silage (kg of DM/d) × 21.0 (g/kg of DM) + concentrates (kg of DM/d) × 21.0 (g/kg of DM) + corn silage (kg of DM/d) × 16.8 (g/kg of DM)] × {1 + [2.38 – level of intake (multiples of maintenance level)] × 0.04} <sup>l</sup>	-	

r, correlation with respiratory chambers; <sup>o</sup>18.4 MJ/kg: energy released by each unit of feed DM (Van Es, 1978), 0.05565 MJ/g: energy generated by methane (IPCC, 2006), 0.06 × gross energy intake (GE, MJ/d): methane production level in MJ/G (IPCC, 2000), 2.38 × maintenance feed intake level: energy requirements scaled to an average cow at feed intake level, 0.04: correction factor of 0.04 per unit feed intake level; <sup>l</sup>g/kg of DM: CH<sub>4</sub> production for 1 kg DM of grass, grass silage or concentrate, 21 g/kg of DM: CH<sub>4</sub> production for 1 kg DM corn silage.

### Methane reduction

Methane reduction methods could be classified as

- short-term,
- long-term.

Short-term methods imply increase of production per animal and feeding optimization, while long-term method imply genetic evaluation and selection based on methane emission variation. Precondition for genetic evaluation for methane emission is selection of optimal indicators and models that are highly accurate and easy applicable in routine animal recording. Our current research indicates that methane emission varies significantly in accordance to used prediction equations.

### Conclusion

If we want the answer: “How much methane does a cow actually produce?”, it is necessary to define prediction models for body weight (BW), dry matter intake (DMI) and methane emission (CH<sub>4</sub>) based on parameters of dairy cattle population in Croatia. The stated will enable genetic evaluation of dairy cattle for methane emission as well as selection of cows with lower methane emission intensity. Finally, this will lead to environmentally sustainable milk production.

## Literature

1. Cassandro, M., Mele, M., Stefanon, B. (2013). Genetic aspects of enteric methane emission in live-stock ruminants. *Ital J Anim Sci*, 12 Italian Journal of Animal Science, (73): 450-458.
2. European Commission (2016). <http://ec.europa.eu/>
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO (2016). <http://www.fao.org/gleam/results/en/>
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2011). *World Livestock 2011 – Live-stock in food security*. Rome.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2013a). *Tackling climate change through livestock. A global assessment of emissions and mitigation opportunities*, by Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G. Rome.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2013b). *Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains – A global life cycle assessment*, by MacLeod, M., Gerber, P., Mottet, A., Tempio, G., Falcucci, A., Opio, C., Vellinga, T., Henderson, B., Steinfeld, H. Rome.
7. Gerber P.J., Vellinga T., Opio C., Steinfeld H. (2011). Productivity gains and greenhouse gas intensity in dairy systems. *Livestock Science*, 139: 100–108.
8. IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave & L.A. Meyer, eds. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
9. <https://medium.com/@SFGillman/can-we-make-cow-burps-climate-friendly-f9709048f226>
10. <https://www.essentialstuff.org/index.php/2016/05/24/Cat/composting-for-carbon-sequestration/>

## Koliko metana krave uistinu proizvode?

### Sažetak

Klimatske su promjene neupitne. Osim toga, predstavljaju globalni problem, te lanci stočarske proizvodnje bivaju sve više povezani na globalnoj razini. Nadalje, opće je mišljenje da sustavi stočarske proizvodnje, osobito sustavi govedarske proizvodnje, značajno doprinose antropogenoj emisiji stakleničkih plinova. No, pitanje je, Koliko metana krave uistinu proizvode? Postoje različite metode procjene emisije metana koje se mogu karakterizirati kao direktne te indirektno mjere. Respiratorna komora predstavlja „zlatni standard“ za mjerenje emisije metana te stakleničkih plinova. Obzirom da ova metoda nije lako primjenjiva, te je vrlo skupa i vremenski zahtjevnija, ne može biti metoda izbora u uvjetima kada je potreban veliki broj mjerenja (u slučaju genetske evaluacije). Kratkoročne mjere smanjenja emisije metana podrazumijevaju povećanje proizvodnosti po životinje te optimizaciju hranidbe, dok dugoročne mjere impliciraju genetsku evaluaciju te selekciju temeljem varijabilnosti u emisiji metana. Preduvjet genetske evaluacije za emisiju metana je odabir optimalnih indikatora te modela visoke točnosti te jednostavnosti primjene pri rutinskoj kontroli proizvodnosti. Naša trenutna istraživanja indiciraju da se emisija metana značajno razlikuje ovisno o primijenjenoj jednadžbi za procjenu. Stoga, želimo li odgovor na Koliko metana krave uistinu proizvode?, neophodno je definirati modele procjene tjelesne mase (BW), unosa suhe tvari (DMI) te emisije metana (CH<sub>4</sub>) temeljem parametara populacije mliječnih goveda u Hrvatskoj. Navedeno će omogućiti genetsku evaluaciju mliječnih goveda za svojstvo emisije metana te selekciju grla sa nižim intenzitetom emisije. U konačnici, navedeno će osigurati okolišno održivu proizvodnju mlijeka.

**Ključne riječi:** mliječna goveda, emisija metana, metode procjene

## Review of trends in plant production in Poland in 1985-2015

Edward Wilczewski

*Department of Agronomy, UTP University of Science and Technology in Bydgoszcz  
prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, Poland e-mail: edward@utp.edu.pl*

### Abstract

The conditions of plant production in Poland have changed significantly in the years 1985-2015. These changes resulted from the economic transformation of the country in this period. The introduction of free market economy in Poland in 1990 caused economic difficulties for farms. As a consequence, there was a periodic reduction in production intensity. After 2000, the economic conditions of the farms gradually improved. Since 2004, after Poland's accession to the European Union, this process was intensified. The most significant trends in plant production at the end of the 20th century was: reducing the intensity of plant production and decreasing the cultivation of non-cereal crops (potato, sugar beet, fodder plants). In the years 2000-2015, trends from the earlier period were reversed in terms of crop production intensity. Moreover, in 1985-2015, there was improvement of the agrarian structure and technical equipment of farms. Also, biological and agrotechnical progress occurred, resulting in increased yields of plants.

**Key words:** biological progress, economic transformations, efficiency, production intensity, technical equipment

### Introduction

The political and economic changes that took place in Poland in the 1980s and 1990s had a significant impact on the intensity and structure of crop production. They mainly resulted in decreasing the export of some agricultural products at the beginning of 1990s (e.g. live-stock, potatoes), increasing imports of food products from Western Europe and deterioration of economic conditions of farms (Central Statistical Office, 1996 and 1999, Zegar, 2015). As a result, there was a considerable reduction in animal production in Poland, which also resulted in significant changes in the structure and profitability of crop production. There was a reduction in the production scale of legumes (peas, lupins, faba bean, red clover, alfalfa), potato and root plants. Consequently, the proportion of cereals, which were often grown in short-lived monocultures, in the crop structure increased. Such type of cultivation made it necessary to increase the intensity of chemical crop protection against pests. Also the possibility of limiting the negative effects of excessive cereal proportion in the crop area using environmentally friendly methods was sought. One of the most important ways to counteract these unfavorable phenomena was growing catch crops for green manure. It took on particular significance after Poland's accession to the European Union which financially supports the cultivation of catch crops under the agri-environmental program: soil and wa-



ter protection. It enabled obtaining many environmental benefits, mainly by protecting the soil against erosion and reducing the risk of leaching nutrients remaining in the soil profile after the growing season of plants grown as the main crop. Particularly valuable plants are those with a fast growth rate (white mustard, oilseed radish, tansy phacelia), which grown as stubble catch crop can accumulate in biomass, and thus protect against leaching from the soil, 65-120 kg·ha<sup>-1</sup> N and 100-180 kg·ha<sup>-1</sup> K (Wilczewski and Skinder, 2005; Wilczewski, 2010; Zajac and Antonkiewicz, 2006).

### Material and methods

The paper presents an analysis of data on the conditions and results of plant production in Poland in the period of the economic and political transformation of the country. The source material for the analysis was data published in Poland by the Central Statistical Office in the years 1986-2017 and data available on the FAOSTAT website. In addition, the paper presents an analysis of the numerical status and changes in the yield potential of crop cultivars registered in Poland. The source material for these analyses were publications of COBORU (Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych – Research Centre for Cultivar Testing) from 1988-2017. Evaluation of biological progress of selected agricultural plants in Poland was carried out using simple regression analysis, which was performed using STATISTICA data analysis software system version 10.0 (StatSoft, 2011).

Utilization of the yield potential of cultivars in production (UYPCP) has been calculated according to the formula:

$$\text{UYPCP [\%]} = \text{YP [Mg·ha}^{-1}\text{]} 100\% / \text{YPRSC [Mg·ha}^{-1}\text{]}$$

Where:

YP – yield in production [Mg·ha<sup>-1</sup>];

YPRSC – yield in post-registration studies of cultivars [Mg·ha<sup>-1</sup>]

### Results and discussion

#### Changes in the crop area structure

In the years 1985-2015, there were significant changes in the crop structure in Poland (Table 1). In the first half of this period, the cultivation of fodder crops, especially perennial legumes, potato and root crops (mainly fodder beet) was decreased. The proportion of pulses cultivated for seeds in the crop area decreased to a lesser extent. The reason for decreasing the cultivation of these plants was a reduction in the number of livestock during this period, resulting in a reduced demand for feed, especially for green forage and silage. In 1985-2000 the cattle and horse population decreased by 45% and 61%, respectively (Central Statistical Office, 1996 and 2003). The greatest reduction in livestock occurred in sheep rearing, whose numbers decreased from 4837 thousand in 1985 to 362 thousand in 2000 (reduction by 92.5%). Fodder crops were replaced with commodity crops (Poaidae cereals, oilseed crops). Moreover, the total area of field crops decreased significantly (Zegar, 2015). Consequently, the percentage of Poaidae cereals in the structure of crops significantly exceeded 60%, which makes it impossible to construct rational crop rotations. In the long run, the increased occurrence of crop rotation diseases is observed, resulting in lower yields. To counteract adverse environmental effects of such an agricultural economy, the cultivation of catch crops for green manure was promoted. These crops, in addition to the above-mentioned anti-erosion effect and limiting the risk

of leaching valuable fertilizer components from the soil profile, generally have a positive effect on the yield of cereals (Wilczewski, 2013 and 2014) and root crops (Ceglarek and Buraczyńska, 2002; Stochalska, 2011; Jacobs et al., 2018). The yield-forming effect of stubble catch crops used as a green manure for spring cereals is particularly strong in conditions of soils with medium nutrient levels and with the use of low levels of mineral fertilization (Wilczewski, 2013 and 2014).

The farmers, being aware of the adverse effects of growing cereals after themselves, in 2005-2015 systematically increased the cultivation area of oilseed rape, which is a good previous crop for winter cereals. In recent years, an increase in the importance of legumes grown for seeds has also been observed. However, despite the reversal of the unfavourable trends from 1985-2005, the crop structure is still dominated by the Poaidae cereals.

**Table 1.** Proportion of the most important plants in the crop structure in Poland in 1985-2015 [%]

Plants	Years						
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Poaidae cereals	56.24	59.22	65.81	69.31	70.73	68.96	62.77
Maize for grain	0.11	0.41	0.37	1.23	3.03	3.21	6.23
Pulses for seeds	2.08	2.23	1.15	1.14	1.06	1.66	3.78
Potatoe	14.50	12.88	11.81	10.08	5.25	3.62	2.72
Sugar beet	3.02	3.09	2.98	2.68	2.56	1.99	1.67
Oil crops	3.31	3.69	4.92	3.64	5.08	9.50	9.24
Fiber crops	0.31	0.22	0.11	0.03	0.06	0.01	0.01
Root plants for feed	1.65	1.45	1.11	1.02	0.38	0.15	0.08
Perennial legumes	6.55	5.49	3.42	2.64	0.75	1.20	0.86
Maize for feed	2.13	2.28	1.03	1.31	2.91	3.81	5.16
Other crops	10.11	9.04	7.30	6.92	8.19	5.90	7.46

**Table 2.** Structure of individual farms 1985-2015

Specification	Years						
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Average total farm area [ha]	6.7	7.1	7.6	8.0	8.6	9.8	11.6
Number of farms in thous.	2296	2138	2048	1881	1782	1558	1410
<b>Proportion of farms according to their area [%]</b>							
1-1.99 ha	18.8	17.7	20.9	23.8	25.1	22.0	20.0
2-4.99 ha	35.5	35.1	33.7	32.6	32.8	33.3	32.2
5-9.99 ha	29.4	29.8	26.7	23.8	21.8	22.6	22.9
10-14.99 ha	10.8	11.3	10.7	9.9	9.4	9.8	10.3
15 -19.99 ha	5.5	6.1	4.4	4.5	4.3	4.6	5.1
20-49.99 ha			3.3	4.7	5.5	6.1	7.2
50 ha and more			0.3	0.7	1.1	1.6	2.3

In the 1980s, the unfavorable agrarian structure was an important problem that prevented the improvement of agricultural production efficiency in Poland. The average area of a farm was only 6.7 ha, and 54.3% of farms had an area of less than 5 ha (Table 2). Only 5.5% of farms occupied an area of more than 15 ha. Small farms did not provide farmers with sufficient income for their own needs and introduction of necessary modernizations. Often, they were only an additional source of income, or they ensured production for the needs of the family of a farmer who was employed outside the farm. In 1985-2015, there was a systematic but slow improvement of this unfavorable structure. In 30 years, the number of farms decreased by 39%, and the average area of the farm increased by 73%. Unfortunately, this process had little impact on the proportion of small farms (up to 5 ha), in the agrarian structure, as in 2015 they accounted for 52.2% of all farms. The percentage of farms with an area of 5-9.99 ha decreased the most; and the percentage of those with an area of 20-49.99 ha increased by the greatest extent.

In 1985-2015, there was a very significant improvement in the technical equipment on farms. Throughout this period, the number of tractors per 100 ha of arable land doubled (Table 3). In the first half of this period, only their number increased, while after 2000 there was also a significant increase in the power of tractors owned by farmers. An important factor in improving the technical equipment of farms was Poland's accession to the European Union (1 May 2004) and the use of programs supporting the modernization of the existing tractors and machinery on farms. This enabled the purchase of modern high-power tractors and high-performance combine harvesters. However, as can be seen from the data presented in Table 3, there had been significant progress in this regard also before the EU accession.

**Table 3.** Technical equipment of farms 1985-2015

Specification	Years						
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Number of tractors per 100 ha of agricultural land	5.0	6.25	7.14	7.14	9.1	9.5	10.3
Average nominal motor power [kW]	31.0	30.8	31.2	31.8	39.3	37.9	45.3

### Intensity of agricultural production

The introduction of the principles of free market economy in Poland in 1990 resulted in a reduction in the crop production intensity. In 1990-1995, the rates of mineral fertilizers decreased by 51.4% (Table 4). Particularly significant decrease in fertilization was observed for phosphorus (61.9%) and potassium (67.6%). This abrupt reduction in outlays on agricultural production in the early 1990s resulted from the unfavourable ratio of agricultural produce prices to the prices of agricultural inputs. In 1990, this ratio accounted for only 42% compared to 1989 that was favourable for agriculture (Zegar, 2015). These unfavourable conditions lasted for several years and were an important element limiting the development dynamics of the agricultural sector in Poland. In the period from 1995, there was a systematic increase in the fertilization level of field crops in Poland. However, the rates of most macronutrients are still smaller than in the period preceding the political and economic transformation of the country.

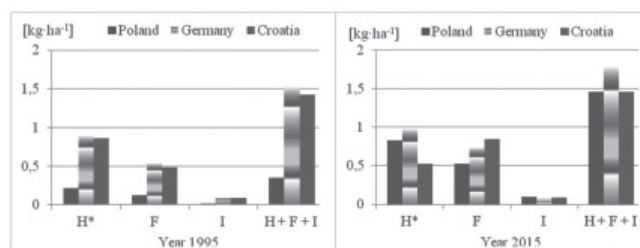
**Table 4.** Doses of mineral fertilizers in Poland in 1985-2015 [kg·ha<sup>-1</sup>]

Nutrients	Years						
	1984/1985	1989/1990	1994/1995	1999/2000	2004/2005	2009/2010	2014/2015
N	66.1	68.9	46.6	48.4	56.3	68.9	69.0
P2O5	47.3	40.7	15.5	16.7	20.4	23.7	20.9
K2O	61.8	54.3	17.6	20.7	25.7	26.6	33.3
NPK	175.2	163.9	79.7	85.8	102.4	119.2	123.2

**Table 5.** Supply of pesticides in Poland in 1985-2015 [Mg]

Pesticides	Years						
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
In commodity mass	36526	19435	19687	22164	41135	51613	61298
Insecticides	11456	1605	1154	2533	1917	2945	4687
Fungicides and seed dressings	4525	3997	3350	4686	9915	12867	18268
Herbicides and hormones	18942	12678	13476	13233	24455	30228	38799
Rodent poisons	246	189	139	53	249	147	56
Others	1357	966	1568	1659	2116	2412	1195
In active substance	12398	7548	6962	8848	16039	19449	24006

At the beginning of the nineties of the last century, there was also a short-term reduction in the use of pesticides in Poland (Table 5). This mainly concerned the use of insecticides. However, the reduction in pesticide use in Poland was short-lived. Already in 2005, both the commodity weight and the weight of the active substance of pesticides were greater than in the eighties. In subsequent years, there was a further systematic increase in the weight of pesticides used. In 2015, it was almost twice as high as in 1985 and over three times higher than in 1995. Currently, the amount of pesticides used per hectare of arable land is on the average European level. In 2015, it was similar to Croatia and 18.4% lower than in Germany (Graph 1).



**Graph 1.** Pesticide consumption in Poland and selected European Union countries [kg·ha<sup>-1</sup>]

\* - H - herbicides, F - fungicides and seed treatments, I - insecticides

In the 1990s, along with the reduction in rates of mineral fertilizers and plant protection products, there was also a reduction in the yield level of most agricultural plants (Table 6). This was particularly true for oilseed rape, which is a plant that requires intensive fertilization, especially with nitrogen, and intensive crop protection. Also, the yield of meadow hay decreased significantly during that period. The reduction in the intensity of use of meadows and pastures was related to the reduction in cattle, horse and sheep populations over the

years 1985-1995. A significant reduction in the livestock population also resulted in the reduction in production and the use of manure, which also had a negative impact on the yield of crops. Nevertheless, in 1995-2015 there was a systematic increase in the yield of most crops (Central Statistical Office, 1996, 1999, 2003, 2007, 2012, 2017). It was the most significant for sugar beet, whose root yield increased from 32.8 Mg·ha<sup>-1</sup> in 1991-1995 to 58.8 Mg·ha<sup>-1</sup> in 2011-2015 (Table 6). The yield of wheat, maize, winter oilseed rape and potato also significantly improved. Meadow hay yield has not yet reached the level from the years preceding the political transformation in Poland.

**Table 6.** Yields of major agricultural crops in Poland in 1986-2015 [Mg·ha<sup>-1</sup>]

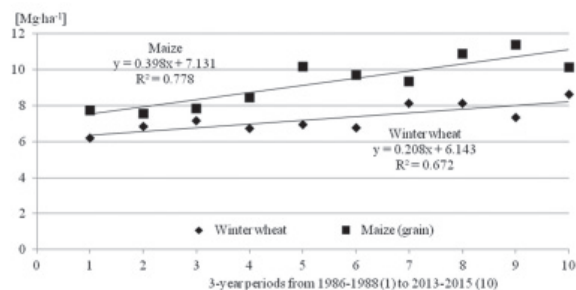
Specification	Years						Increase or decrease in yield over the whole period [%]
	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	
Grain of wheat	3.75	3.40	3.40	3.80	3.97	4.45	18.7
Grain of maize	4.89	4.51	5.62	5.79	5.75	6.48	32.5
Seeds of oilseed rape	2.54	2.05	2.07	2.46	2.69	2.81	10.6
Tubers of potato	19.0	16.1	18.3	18.0	18.8	23.5	23.7
Roots of sugar beet	34.6	32.8	37.7	41.1	48.7	58.8	69.9
Hay of meadow	6.02	4.20	4.38	3.97	4.45	4.83	-19.8

### Biological progress

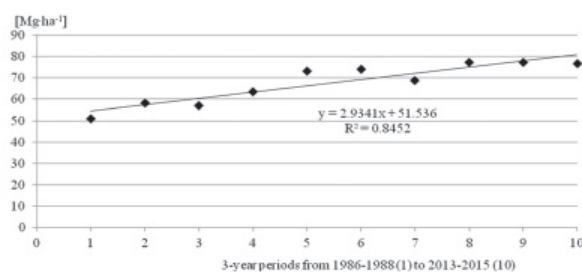
In 1985-2015, intensive breeding work was carried out in Poland and new, more and more productive cultivars of agricultural plants were introduced to cultivation. In addition to the cultivars bred in the country, there were also foreign cultivars, which after passing the COBORU registration tests were allowed to be grown in Poland. A particularly strong development in terms of the choice of cultivars occurred in the case of winter oilseed rape, in which the number of cultivars registered in Poland increased from 4 in 1990 to 111 in 2015, of which 72 are heterosis hybrids (Table 7). Significant progress in the selection of cultivars also occurred in winter wheat, winter rye, potato, sugar beet and maize. There was little interest in the breeding of cultivars of fine-grained legumes or fiber crops.

**Table 7.** Number of cultivars of agricultural plants registered in Poland

Plant	Years					
	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Winter wheat	19	24	31	50	74	94
Winter rye including F1 varieties	6 0	8 1	20 6	31 10	37 15	47 23
Potato	70	58	97	126	138	114
Sugar beet	15	48	68	72	84	103
Winter oilseed rape including F1 varieties	4 0	11 0	16 2	46 13	87 34	111 72
Maize	19	66	114	138	174	173
Red clover	7	11	16	27	16	11
Flax fiber	6	7	6	7	8	9



**Graph 2.** Average grain yields of winter wheat and maize in post-registration studies of cultivars in 1986–2016 (COBORU, 1988, 1992, 1996, 1999, 2002, 2005, 2008, 2011, 2014, 2017)



**Graph 3.** Average yields of sugar beet storage roots in post-registration studies of cultivars in 1986–2016 (COBORU, 1988, 1992, 1996, 1999, 2002, 2005, 2008, 2011, 2014, 2017)

Cultivars registered in Poland in the years 1986-2015 became increasingly more productive. In subsequent years, there were fluctuations in yields resulting from different weather conditions in individual growing seasons. However, there was a clear tendency to increase the yield in subsequent assessment periods. Among the cereals, the greatest progress occurred for maize, in which, over the entire period, the average grain yield of cultivars increased by 3.58 Mg·ha<sup>-1</sup>, that is by 133 kg·ha<sup>-1</sup> per year (Graph 2). In the case of winter wheat, the progress was near than two times smaller (1.87 Mg·ha<sup>-1</sup>, that is 69.3 kg·ha<sup>-1</sup> per year), but also significant. The average yield of storage roots of registered sugar beet cultivars increased by 26.41 Mg·ha<sup>-1</sup> in the period from 1986-88 to 2013-15 (Graph 3). Thus the progress in yield of the cultivars was 978 kg·ha<sup>-1</sup> during the year. In the 1980s and 1990s, a very significant increase in the yield potential of registered cultivars of potatoes (Mańkowski, 2009) and leguminous plants (Prusiński, 2007) was also found.

**Table 8.** Utilization of the yield potential of cultivars in production [%]

Specification	Years					
	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Winter wheat	58.5*	47.5	50.3	50.2	51.4	54.8
Maize (grain)	63.9	58.9	57.6	59.9	56.2	59.0
Storage roots of sugar beet	63.9	56.0	54.7	57.6	65.9	74.3
Winter oilseed rape	64.8	53.7	49.2	54.9	59.8	65.0

\* Utilization of the yield potential of cultivars in production (UYPCP) has been calculated according to the formula:  $UYPCP [\%] = YP [Mg \cdot ha^{-1}] \cdot 100\% / YPRSC [Mg \cdot ha^{-1}]$   
 (YP - yield in production [Mg·ha<sup>-1</sup>]; YPRSC - yield in post-registration studies of cultivars [Mg·ha<sup>-1</sup>])

An important problem in Polish agriculture is a relatively low degree of utilization of the potential of cultivars in production. Nevertheless, there has also been a clear improvement in this respect. In the years 1986-1990, the yields of most important crops obtained in production accounted for 58.5%-64.8% of the yields of cultivars in post-registration studies. In 2011-2015, this percentage ranged from 54.8% for winter wheat to 74.3% for sugar beet (Table 8). In 1991-1995, the utilization of the yield potential of winter wheat cultivars was by 11 percentage points lower than in 1986-1990. This resulted from the previously presented reduced mineral fertilization and incomplete chemical crop protection in those years (Table 4 and 5). In the later period, this value was being systematically improved. Currently, the yielding potential of sugar beet cultivars is best utilized in production. However, even for this crop, there are still reserves of fertility.

### Conclusion

In the end period of the 20th century and at the beginning of the 21st century, there were significant changes in plant production in Poland, mainly due to political and economic changes. The most significant trends in plant production at the end of the 20th century include:

- reducing the intensity of plant production;
- decreasing the cultivation of non-cereal crops (potato, sugar beet, fodder plants);- excessive increase in the percentage of Pooidae cereals in crop structure.

In the years 2000-2015, trends from the earlier period were reversed in terms of crop production intensity and the proportion of cereals in the crop structure.

In the entire analyzed period (1985-2015), the agrarian structure and technical equipment of farms was systematically improved. The number of cultivars registered in Poland increased significantly. Currently registered varieties of field crops are characterized by 20-50% higher yielding potential than those from the 1980s.

### Literature

1. Ceglarek, F., Buraczyńska, D. (2002): Działanie nawozowe obornika i międzyplonów wsiewek stosowanych pod burak cukrowy. Część I. Wschody, obsada i plony buraka cukrowego. *Biul. IHAR*, 222, 247-254.
2. Central Statistical Office, (1996): Statistical yearbook of the Republik of Poland, Warsaw, 345-367.
3. Central Statistical Office, (1999): Statistical yearbook of the Republik of Poland, Warsaw, 352-377.
4. Central Statistical Office, (2003): Statistical yearbook of the Republik of Poland, Warsaw, 362-392.
5. Central Statistical Office, (2007): Branch Yearbooks. Statistical Yearbook of Agriculture and Rural Areas. Warsaw, 179-307.
6. Central Statistical Office, (2012): Statistical yearbook of the Republik of Poland, Warsaw, 449-478.
7. Central Statistical Office, (2017): Branch Yearbooks. Statistical Yearbook of Agriculture. Warsaw, 160-162.
8. Central Statistical Office, (2017): Statistical yearbook of the Republik of Poland, Warsaw, 463-489.
9. COBORU, (1988, 1992, 1996, 1999): Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Zboża ozime.
10. COBORU, (2002, 2005, 2008, 2011, 2014, 2017): Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze.
11. FAOSTAT, (2018): <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Accessed in 15th February 2018).
12. Jacobs, A., Koch, H. J., Märländer, B. (2018): Preceding crops influence agronomic efficiency in sugar beet cultivation. *Agron. Sustain. Dev.* 38, (5), <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0469-z>
13. Mańkowski, D. (2009): Postęp biologiczny w hodowli, nasiennictwie i produkcji ziemniaka w Polsce. Cz. I. Przegląd ilościowych metod oceny postępu hodowlanego i odmianowego. *Biul. IHAR* 251, 153-173.
14. Prusiński, J. (2007): Postęp biologiczny w hodowli i uprawie grochu siewnego i bobiku. *Fragm. Agron.*, 24 (4), 113-119.

15. Stochalska, B. (2011): Produkcja buraka cukrowego w różnych systemach uprawy konserwującej. Praca doktorska, UP Wrocław, ss. 76.
16. Wilczewski, E. (2010): Utilization of nitrogen and other macroelements by non-papilionaceous plants cultivated in stubble intercrop. *Ecol. Chem. Eng. A.*, 17, (6), 689–698.
17. Wilczewski, E. (2013): The efficiency of nitrogen fertilization of spring wheat depending on seasonal rainfall. *Am. J. Exp. Agr.*, 3 (3), 579–594.
18. Wilczewski, E. (2014): Effect of cultivation intensity and stubble catch crop on spring barley yield. *Fragm. Agron.* 31 (1), 95–112.
19. Wilczewski, E., Skinder, Z. (2005): Zawartość i akumulacja makroskładników w biomase roślin niemotylikowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym. *Acta Sci. Pol., seria Agricultura* 4 (1), 163–173.
20. Zając, T., Antonkiewicz, J. (2006): Zawartość i nagromadzenie makroelementów w biomase międzyplonów ścierniskowych i wsiewek śródplonowych w zależności od doboru gatunków i sposobu ich siewu. *Pam. Puł.*, 142, 595–606.
21. Zegar, J. St. (2015): Polskie rolnictwo w okresie dwóch przełomów – transformacji ustrojowej i untegracji europejskiej. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy.* 41 (1), 148–160.

## Pregled trendova u biljnoj proizvodnji u Poljskoj u razdoblju 1985-2015

### Sažetak

Uvjeti za biljnu proizvodnju u Poljskoj doživjeli su značajne promjene u razdoblju 1985.-2015. Ove su promjene rezultat ekonomskih transformacija unutar države u navedenom periodu. Otvaranje slobodnog tržišta u Poljskoj 1990. godine uzrokovalo je razne poteškoće poljoprivrednim gospodarstvima, a kao posljedica, dolazilo je do povremenih smanjenja intenziteta proizvodnje. Nakon 2000. godine, došlo je do značajnih poboljšanja ekonomskih uvjeta na poljoprivrednim gospodarstvima, a od 2004., nakon pristupanja Poljske EU, ovaj se proces dodatno intenzivirao. Najznačajniji trendovi u biljnoj proizvodnji na kraju 20. st. bili su: smanjenje intenziteta biljne proizvodnje i smanjenje proizvodnje drugih kultura (krumpir, šećerna repa, krmne kulture). U razdoblju 2000.-2015. došlo je do potpune promjene trenda u intenzitetu biljne proizvodnje, u usporedbi s prethodnim razdobljem. Nadalje, od 1985. do 2015. godine došlo je do značajnog poboljšanja i razvoja strukture agrara i tehničke opremljenosti poljoprivrednih gospodarstava. Također je došlo do biološkog i agrotehničkog napretka, što je rezultiralo povećanim prinosima biljaka.

**Ključne riječi:** biološki napredak, ekonomska transformacija, efikasnost, intenzitet produkcije, tehnička opremljenost



## Ekološko stočarstvo

Dragan Solić<sup>1</sup>, Vesna Gantner<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hrvatska poljoprivredna agencija, Ilica 101, Zagreb, e-mail: dsolic@hpa.hr

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josip Juraj Strossmayer u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia, e-mail: vgantner@pfos.hr

### Sažetak

Zakonski uzusi po kojima se odvija ekološka poljoprivredna proizvodnja i označavanje proizvoda propisana je kroz Uredbu vijeća (EZ) br. 834/2007 i Uredbu komisije (EZ) br. 889/2008. Ekološka stočarska proizvodnja odvija se prema propisanim pravilima koja se primjenjuju na podrijetlo životinja, način uzgoja i smještaja, rasplodne postupke i hranidbu. Ekološka poljoprivredna proizvodnja nije više samo visoko specijaliziran dio proizvodnje hrane već ona postaje način življenja i svakako jedan od najdinamičnijih sektora poljoprivrede. Broj hektara pod ekološkom poljoprivrednom proizvodnjom u stalnom je porastu na svjetskoj i europskoj razini. U svijetu je danas oko 60 miliona hektara u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji, a u Europskoj Uniji oko 12 miliona hektara. Najveći udio (78%) ekoloških površina nalazi se u starim zemljama članicama (EU-15). Posebice je zanimljiva usporedba starosne strukture nositelja poljoprivrednih gospodarstava u ekološkoj i konvencionalnoj proizvodnji. Na 61% ekoloških gospodarstava nositelji proizvodnje su mlađi od 55 godina, dok je u konvencionalnoj proizvodnji samo 45% nositelja mlađe od 55 godina. Udio grla u ekološkom uzgoju u Europskoj Uniji ne prelazi 5% niti za jednu vrstu domaćih životinja.

**Cljučne riječi:** Ekološka poljoprivredna proizvodnja, Europska Unija, Uredba vijeća, Uredba komisije

### Uvod

Ekološka poljoprivreda podrazumijeva proizvodni sustav koji održava „zdravlje“ tla, ekosustava i ljudi. Počiva na ekološkim postupcima prilagođenim lokalnim uvjetima i biološkoj raznolikosti, a ne primjeni ulaganja sa štetnim učincima. Ekološka poljoprivreda ujedinjuje najbolju praksu zaštite okoliša, primjenu visokih standarda dobrobiti životinja te razvoja ruralnih područja. Ekološka poljoprivreda spaja tradiciju, inovacije i znanost (IFOAM-a, 2009.).

Mjere poljoprivredne politike trebaju biti usmjerene prije svega na održivi razvoj poljoprivrede koji osigurava ublažavanje i prilagodbu klimatskim promjenama, dobro upravljanje zemljištem koje osigurava očuvanje bioraznolikosti faune i flore, zaštitu tla te njegove plodnosti, kao i prirodnih uvjeta za život u tlu, vodi i zraku. Održivi razvoj poljoprivrede promiče se jačanjem ekološki osviještenog pristupa gospodarenju prirodnim resursima (Zakon o poljoprivredi, 2015.).

Ekološka proizvodnja bilja zasniva se na održavanju plodnosti tla, izboru adekvatnih biljnih vrsta i sorti, višegodišnjem plodoredu, recikliranju ekoloških materijala i tehnikama

obrade tla. Stočarska proizvodnja doprinosi poboljšanju tla pružajući potrebne organske i hranjive tvari. Ekološka stočarska proizvodnja se odvija u uskoj povezanosti s poljoprivrednim površinama zbog osiguravanja dostatnih količina stočne hrane te izbjegavanja onečišćenja tla i vode. Stočarska proizvodnja od temeljnog je značaja za organizaciju poljoprivredne proizvodnje na ekološkim poljoprivrednim gospodarstvima jer osigurava potrebne organske i hranjive tvari za obrađivano tlo te doprinosi poboljšanju svojstava tla i razvoju održive poljoprivrede. U svrhu sprječavanja onečišćenja okoliša, posebno prirodnih resursa kao što su tlo i voda, ekološka stočarska proizvodnja je neraskidivo povezana s poljoprivrednim površinama kroz primjerene sustave višegodišnjeg plodoreda i hranidbe stoke ekološki proizvedenim kulturama koje su uzgojene na istom poljoprivrednom gospodarstvu ili na susjednim ekološkim gospodarstvima. Povezanost poljoprivrednih površina i ekološkog uzgoja životinja naglašava se potenciranjem uzgoja na otvorenim prostorima i pašnjacima. Poštivanje visokih standarda dobrobiti, etoloških potreba životinja ovisno o vrsti kojoj pripadaju, te veterinarska zaštita utemeljena na sprečavanju bolesti, su odlike ekološkog uzgoja životinja. Posebna pozornost je usmjerena na uvjete držanja, uzgojnu praksu i gustoću naseljenosti životinja po jedinici smještajnog prostora. Pri odabiru pasmina za ekološku proizvodnju treba poznavati njihovu sposobnost prilagođavanja lokalnim uvjetima. Sustav ekološke stočarske proizvodnje treba primijeniti za što veći broj vrsta uz očuvanje genetske raznolikosti. Podizanje razine ekonomske održivosti sektora biti će nužno za daljnji razvoj sektora (Uredba Vijeća br. 834/2007., Uredba Komisije br. 889/2008).

### **Zakonodavstvo Europske Unije i RH o ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji**

Zakonski uzusi po kojima se odvija ekološka poljoprivredna proizvodnja i označavanje proizvoda propisana je kroz Uredbu vijeća (EZ) br. 834/2007 i Uredbu komisije (EZ) br. 889/2008. Ukoliko nastanu nove okolnosti od značajnog utjecaja na odvijanje ekološke proizvodnje ili je potrebno preciznije opisati određeni sektor (npr. proizvodnja ekološkog vina) tada se donose Provedbene uredbe Komisije. Novonastale izmjene i pojedina područja ekološke poljoprivredne proizvodnje preciznije se opisuju u tzv. Provedbenim uredbama.

U okviru navedenih Uredbi često se ostavlja mogućnost zemljama članicama opisivanje načina provedbe Uredbi na nacionalnom prostoru. Republika Hrvatska je stoga donijela Pravilnik o ekološko poljoprivrednoj proizvodnji (NN 19/16) u kojem se navode pravila proizvodnje, uvjeti za ovlaštavanje kontrolnih tijela, obveze i zadaće kontrolnih tijela, način i uvjeti za upis u Upisnik subjekata u ekološkoj proizvodnji, vođenje baze podataka za poljoprivredni reprodukcijski materijal, pravila za izuzeća od proizvodnih pravila, pravila za skraćanje prijelaznog razdoblja, katalog sankcija i pravila za sadržaj, veličinu i izgled nacionalnog znaka za označavanje ekoloških proizvoda.

### **Zakonodavstvo o ekološkoj stočarskoj proizvodnji**

Ekološka stočarska proizvodnja odvija se prema propisanim pravilima koja se primjenjuju na podrijetlo životinja, način uzgoja i smještaja, rasplodne postupke i hranidbu.

#### ***Podrijetlo životinja***

Pri odabiru pasmina ili sojeva za ekološku stočarsku proizvodnju potrebno je uvažiti mogućnosti prilagodbe životinja lokalnim uvjetima, njihovoj vitalnosti i otpornosti na bolest. Prednost u odabiru pasmina ili sojeva za ekološku stočarsku proizvodnju imaju autohtone pasmine i sojevi.

### ***Način uzgoja i smještaja***

U ekološkom stočarstvu kroz način uzgoja i uvjete smještaja zadovoljavaju se razvojne, fiziološke i etološke potrebe životinja. Stalan pristup otvorenim površinama (po mogućnosti pašnjacima) je svakako dobar način ispunjavanja navedenih potreba. Gustoća naseljenosti životinja po jedinici smještajnog prostora propisana je za svaku vrstu i kategoriju prema vrsti proizvodnje, a u svrhu osiguranja udobnosti i dobrobiti te ispunjavanje potreba svojstvenih vrsti, pasmini i dobi životinja. Gustoća naseljenosti životinja po jedinici zemljišne površine propisuje se zbog reduciranja prekomjerne ispaše, izrovanosti tla, erozije ili onečišćenja koje nastaje zbog životinja ili zbog upotrebe stajskog gnoja. Konstrukcija objekta treba omogućiti izolaciju, grijanje i ventilaciju koja drži unutar prihvatljivih granica protok zraka, razinu prašine, temperaturu, relativnu vlažnost zraka i koncentraciju plina prihvatljivih za određenu vrstu i kategoriju. Površina za odmaranje (koja mora imati punu podlogu) mora biti dovoljno velika, udobna, suha te obilno prekrivena steljom. U ekološkom uzgoju ne smatraju se rutinskim postupcima kupiranje repova pomoću elastičnih traka, podrezivanje repa, brušenje zuba, skraćivanje kljuna, odstranjivanje rogova. Prijevoz životinja treba obaviti u što kraćem roku bez primjene električnih stimulatora za prisiljavanje životinja prilikom postupaka utovara i istovara u prijevozna sredstva i bez primjene alopatskih sredstva za smirivanje prije ili tijekom prijevoza. Sprečavanje bolesti temelji se na odabiru pasmina prilagođenih uzgojnom području, načinu upravljanja proizvodnim postupcima, visoko kvalitetnoj hrani, tjelesnoj aktivnosti životinja, primjerenom broju životinja po jedinici površine i odgovarajućim higijenskim uvjetima smještaja. Ukoliko životinje obole unatoč preventivnim zdravstvenim mjerama ili se ozlijede, odmah se podvrgavaju liječenju. Trajanje karence između posljednjeg davanja alopatskog veterinarskog lijeka životinji u redovnim uvjetima primjene, te dobivanje ekološki dobivene hrane od takvih životinja mora biti dvostruko duže od zakonskog trajanja karence ili ako razdoblje karence nije propisano onda je najmanje trajanje razdoblja 48 sati.

### ***Rasplodni postupci***

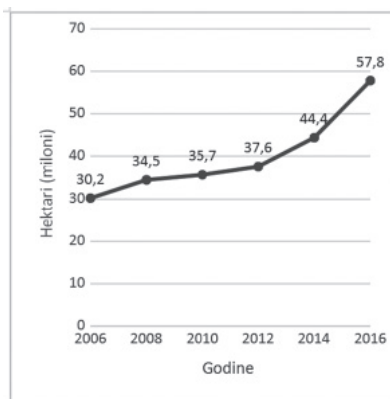
U ekološkom stočarstvu se primjenjuju metode prirodnog pripusta, ali su dozvoljeni postupci umjetnog osjemenjivanja. Primjena hormonskih ili sličnih tvari u reprodukcijским postupcima nije dozvoljena (osim zbog veterinarsko terapijskih razloga). Kloniranje, embriotransfer i slični postupci umjetne oplodnje u potpunosti su zabranjeni.

### ***Hranidba***

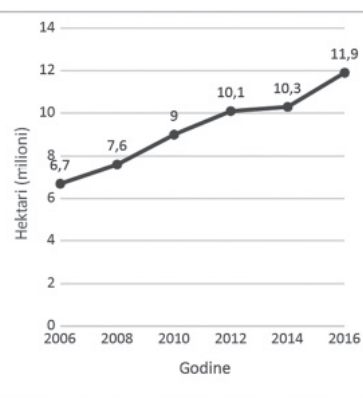
Hranidba ekološki proizvedenom stočnom hranom mora zadovoljiti odgovarajuće hranidbene potrebe životinja prema dobi i proizvodnim zahtjevima. Hranidba se zasniva na stočnoj hrani koja ispunjava hranidbene potrebe životinja u različitim fazama njihovog razvoja i prvenstveno je proizvedena na vlastitom gospodarstvu ili na ekološkim gospodarstvima u okolnom području. Ovakav pristup proizvodnji stočne hrane značajno reducira negativne utjecaje prijevoza hrane na okoliš. U hranidbi je zabranjena upotreba stimulatora rasta i sintetskih aminokiselina.

### ***Statistički pokazatelji***

Ekološka proizvodnja nije samo specijalizirani dio poljoprivredno-prehrambenog sektora već ona postaje način življenja i jedan od najdinamičnijih sektora poljoprivrede. Broj hektara pod ekološkom poljoprivrednom proizvodnjom u stalnom je porastu na svjetskoj i europskoj razini. U svijetu je danas oko 60 miliona hektara u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji, a u Europskoj Uniji oko 12 miliona hektara.

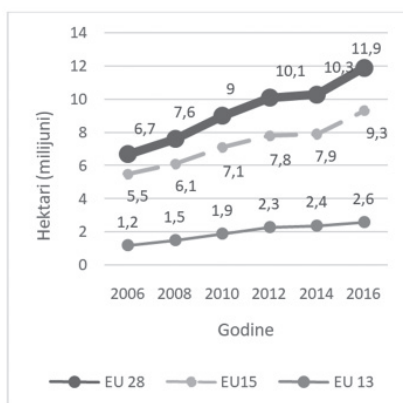


**Grafikon 1.** Kretanje broja hektara u ekološkoj poljoprivredi na globalnoj razini (FIBL, 2018.)

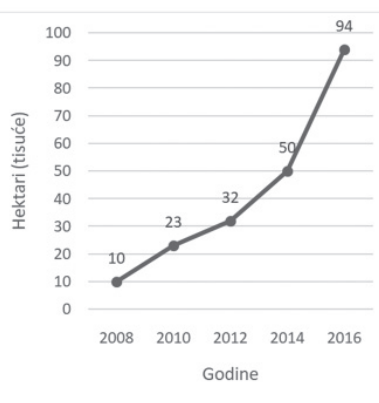


**Grafikon 2.** Kretanje broja hektara u ekološkoj poljoprivredi u EU (28) (Eurostat, 2017.)

Uobičajena razdioba zemalja članica na EU-15 i EU-N13(uključujući i RH) pokazuje veliki nerazmjer u broju hektara na kojima se odvija ekološka proizvodnja. Najveći udio (78%) ekoloških površina nalazi se u starim zemljama članicama (EU-15), iako je zamjetno brzo povećanje broja hektara (5% godišnje) u novim članicama (EU-N13). Rast broja ekoloških hektara u Republici Hrvatskoj značajno nadilazi prikazana povećanja u EU. U razdoblju od samo dvije godine (2014.-2016.) udvostručen je broj hektara (najvećim dijelom livade i pašnjaci).



**Grafikon 3.** Broj hektara u ekološkoj proizvodnji u EU (Eurostat, 2017.)



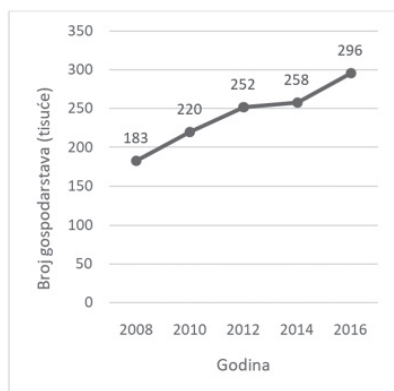
**Grafikon 4.** Broj hektara u ekološkoj u RH (Ministarstvo poljoprivrede, 2017.)

Udio ekološki površina u odnosu na ukupne poljoprivredne površine u EU (28) je 6,9%, dok je u RH 6,05%. Najveći udio poljoprivrednih površina je u Austriji (21,3%), a najmanji na Malti (0,2%).

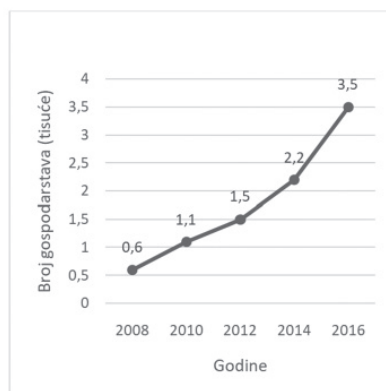
**Tablica 1.** Udio ekoloških površina po zemljama članicama (Eurostat, 2017.)

> 20	10 do 20	5 do 10	< 5
Austrija (21,3)	Švedska (18,3)	Slovačka (9,8)	Poljska (3,7)
	Estonija (18)	Slovenija (9,1)	Mađarska (3,5)
	Italija (14,2)	Španjolska (8,5)	Luksemburg (3,3)
	Češka (14)	Danska (7,7)	Bugarska (3,2)
	Letonija (13,4)	Litva (7,5)	Nizozemska (2,9)
		Njemačka (6,8)	Velika Britanija (2,8)
		Portugal (6,8)	Irska (1,7)
		Grčka (6,7)	Rumunjska (1,7)
		Hrvatska (6,05)	Finska (1,5)
		Belgija (5,8)	Malta (0,2)
		Francuska (5,3)	
		Cipar (5)	

Broj gospodarstava koja su uključena u ekološku proizvodnju u EU u stalnom je porastu (296 tisuća), a evidentan je izraziti porast broja ekoloških gospodarstava u RH (3 546).

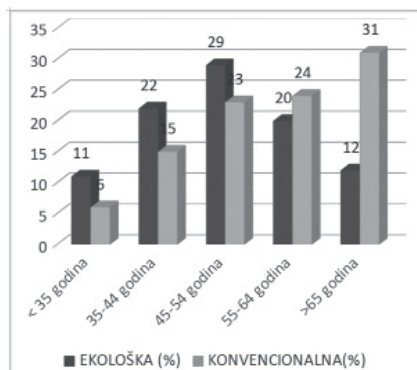


**Grafikon 5.** Broj gospodarstava u ekološkoj proizvodnji u EU (Eurostat, 2017.)

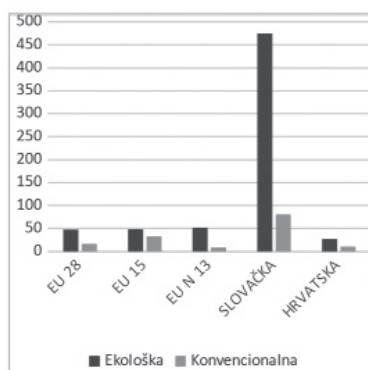


**Grafikon 6.** Broj gospodarstava u ekološkoj proizvodnji u RH (DZS, 2017.)

Posebice je zanimljiva usporedba starosne strukture nositelja poljoprivrednih gospodarstava u ekološkoj i konvencionalnoj proizvodnji. Na 61% ekoloških gospodarstava nositelji proizvodnje su mlađi od 55 godina, dok je konvencionalnoj proizvodnji 45% nositelja mlađe od 55 godina (Grafikon 7.) Prosječan broj hektara po gospodarstvu je veći u ekološkoj proizvodnji nego u konvencionalnoj (Grafikon 8.) Prosječna veličina ekološkog gospodarstva u EU 28 je 47 ha (2013.) dok je u konvencionalnoj 16,1 ha. Najveća prosječna veličina je u Slovačkoj (474 ha), a prosječna veličina ekološkog gospodarstva u Hrvatskoj je 26,5 hektara.



**Grafikon 7.** Razdioba gospodarstava prema starosnoj strukturi nositelja gospodarstva (Eurostat, 2017.)



**Grafikon 8.** Prosječna veličina gospodarstva (Eurostat, 2013.)

Premda je uvriježeno mišljenje da se ekološka proizvodnja odvija na oranicama i voćnjacima ipak su pašnjaci najzastupljeniji oblik korištenja poljoprivrednog zemljišta u ekološkoj proizvodnji u EU, a zatim slijede žitarice i višegodišnji nasadi (Eurostat, 2017.). Velike površine pod pašnjacima i livadama su najpogodnije za razvoj ekološke stočarske proizvodnje koja se zasniva na napasivanju ili košnji. Sagledavajući razdiobu ekoloških poljoprivrednih površina u RH prema načinu korištenja zamjetan je veći udio zemljišta pod industrijskim biljem i manji udio pašnjačkih površina.

**Tablica 2.** Prikaz korištenja zemljišta u ekološkoj proizvodnji (Eurostat, 2015., DZS, 2017.)

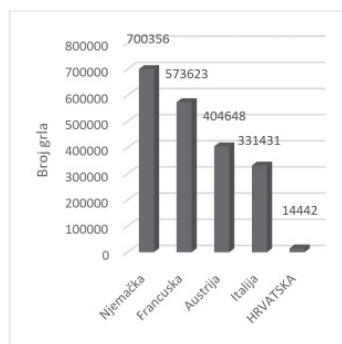
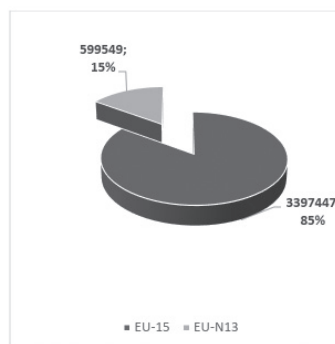
Kultura	EU 28		RH	
	ha	%	ha	%
Žitarice	1691451	19,3	12619	17,0
Suhe mahunarke	301461	3,4	95	0,12
Industrijsko bilje	273087	3,1	12025	16,2
Livade i pašnjaci	<b>5156341</b>	<b>59</b>	<b>39089</b>	<b>52,7</b>
Trajni nasadi	1322516	15,1	10358	14,0
Ukupno	8744856	100	74186	100

Ekološka proizvodnja u stočarstvu postaje sve značajniji dionik sveukupne europske stočarske proizvodnje s izrazitim stopama rasta. Ekološka stočarska proizvodnja u RH je vrlo skromnog obima, ali s vrlo visokim rastom u ovčarstvu, kozarstvu i peradarstvu (DZS, 2017.). Udio ekoloških grla u ukupnom broju grla ne prelazi 5% niti za jednu vrstu domaćih životinja. Svinjogojska proizvodnja ima manji udio u ukupnom broju svinja (manje od 1 %) zbog nedostatka ekološki proizvedenih krmiva i velikih ulaganja u farmske objekte. Govedarska i ovčarska proizvodnja ima najbolje uvjete za daljnju ekspanziju zbog mogućnosti ekstenzivnog držanja na pašnjacima. Vrlo velika potražnja za jajima iz ekološkog uzgoja doprinosi stalnom rastu ovog sektora (FIBL, 2018.).

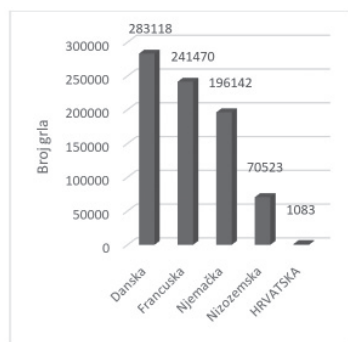
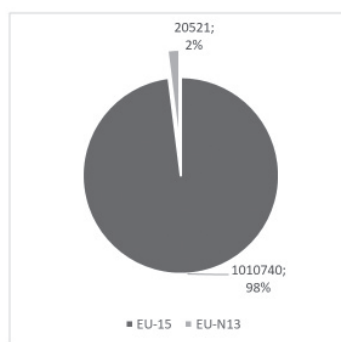
**Tablica 3.** Broj grla u stočarskoj proizvodnji i odnos broja grla 2016:2015 (FIBL,2018.)

	EU		RH	
	2016	2016 :2015	2016	2016:2015
GOVEDA	3 996 996	>9%	14 442	>6%
SVINJE	1 031 261	>5%	1 083	<3%
OVCE	4 496 061	>2%	50 135	>111
KOZE	783 866	>8%	3 080	>42
PERAD	42 862 654	>26%	3 388	>66

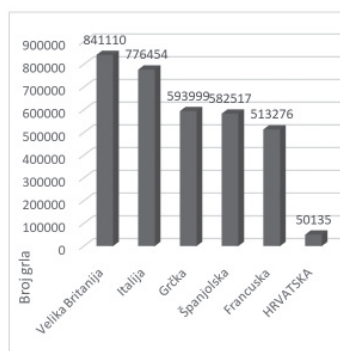
Ekološki uzgoj goveda u Europskoj uniji dosegnuo je 4 milijuna grla. Najveći broj goveda je u Njemačkoj i Francuskoj i Austriji. Najveći dio ekološkog uzgoja goveda (85%) odvija se EU-15 i samo 15% u EU-N13.

**Grafikon 9.** Zemlje s najvećim brojem goveda i RH (Eurostat, 2017.)**Grafikon 10.** Broj i udio goveda po EU-15 i EU-N13 (Eurostat, 2017.)

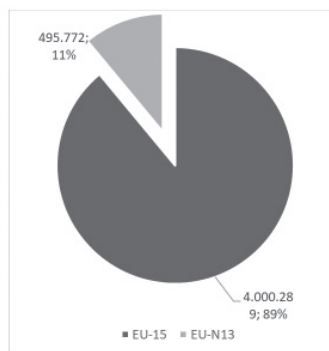
Ekološki uzgoj svinja premašio je broj od milijun grla, a najveći uzgoji su u Danskoj, Francuskoj i Njemačkoj. Ekološki uzgoj svinja se gotovo u cijelosti odvija u EU-15 (98%). Ekološki uzgoj svinja u RH ima velike mogućnosti s obzirom na pasmine (crna slavonska, turopoljska, mangulica, banijska šara) koje podnose ekstenzivne uvjete držanja. Promocijom proizvoda ovih pasmina uz naglasak na ekološkom uzgoju moguće je pronaći tržišnu nišu za ekološki proizvedenu svinjetinu.

**Grafikon 11.** Zemlje s najvećim brojem svinja i RH (Eurostat, 2017.)**Grafikon 12.** Broj i udio svinja po EU-15 i EU-N13 (Eurostat, 2017.)

Ekološki uzgoj ovaca broji oko 4,5 milijuna grla. U pet zemalja (Velika Britanija, Italija, Grčka, Španjolska i Francuska) nalazi se 75% svih ovaca u ekološkom uzgoju, a 89% ekološkog uzgoja odvija se u EU-15. Ovčarska proizvodnja usmjerena je na proizvodnju visokokvalitetnih ovčjih sireva (Grčka, Italija) ili proizvodnju mesa (Velika Britanija, Španjolska). Ekološki uzgoj ovaca u RH zasniva se u mediteranskom dijelu na autohtonim pasminama ovaca od čijeg mlijeka se proizvode vrhunski ovčji sirevi (uz prodaju mlade janjadi). U kontinentalnom dijelu ovčarstva proizvodnja je uglavnom okrenuta proizvodnji janjadi, ali sve je prisutnija i proizvodnja ovčjeg mlijeka.

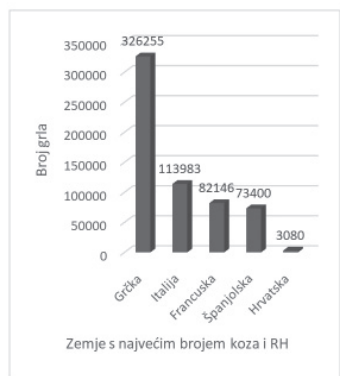


**Grafikon 13.** Zemlje s najvećim brojem ovaca u RH (Eurostat, 2017.)

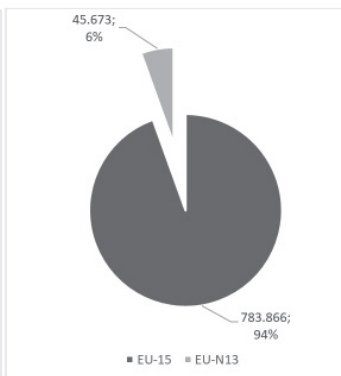


**Grafikon 14.** Broj i udio ovaca po EU-15 i EU-N13 (Eurostat, 2017.)

Ekološki uzgoj koza je oko 800 000 grla i najveći uzgoji su u mediteranskim zemljama. Više od 76% koza nalazi se u četiri mediteranske zemlje (Grčka, Italija, Francuska, Španjolska). Najveći dio ekološkog uzgoja koza (94%) odvija se u EU-15 i samo 6% u EU-N13. Ekološki uzgoj koza primarno je posvećen proizvodnji mlijeka za kozje sireve. Broj koza u ekološkom uzgoju u RH značajno se povećava upravo zbog dobrih uvjeta na tržištu kozjih sireva.



**Grafikon 15.** Zemlje s najvećim brojem koza u RH (Eurostat, 2017.)



**Grafikon 15.** Broj i udio koza po EU-15 i EU-N13 (Eurostat, 2017.)

Ekološki uzgoj peradi, a posebice proizvodnja konzumnih jaja doživljava izuzetno veliko povećanje već niz godina. Ukupno je oko 43 milijuna kljunova u ekološkom uzgoju od kojih je preko 15 milijuna kokoši nesilica. Ekološki uzgoj peradi u Republici Hrvatskoj ima uzlazne trendove zahvaljujući autohtonim pasminama zagorskom puranu (u proizvodnji mesa) i kokoši hrvatski (za proizvodnju konzumnih jaja).





**Grafikon 16.** Zemlje s najvećim brojem peradi i RH (Eurostat, 2017.)

**Grafikon 17.** Zemlje s najvećim brojem nesilica i RH (Eurostat, 2017.)

## Zaključak

Prema predloženim statističkim pokazateljima očit je porast ekološke proizvodnje kako u biljnoj tako i u stočarskoj proizvodnji. Najveći dio ekološke poljoprivredne proizvodnje odvija se u EU-15 („stare članice“), pri čemu glavne razloge treba tražiti u većoj kupovnoj moći i boljoj educiranosti proizvođača i potrošača o vrijednosti ekološke poljoprivredne proizvodnje. Nebrojeno puta se već govorilo o velikim potencijalima Republike Hrvatske u ekološkoj poljoprivredi, no treba naglasiti ogroman resurs koji imamo u našim autohtonim pasminama domaćih životinja. Porast globalnog tržišta ekoloških proizvoda uz potrošnju vezanu uz turizam otvara ekološkim poljoprivrednim proizvođačima prostor za proizvodnju ekoloških proizvoda. Posebice treba naglasiti vrijednost ekoloških proizvoda animalnog porijekla (sir, pršut, kulen) koji su već etablirani kao proizvodi iz konvencionalnog uzgoja.

## Literatura:

1. Državni zavod za statistiku – DZS (2017): Ekološka proizvodnja u 2017. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2017/01-01-19\\_01\\_2017.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2017/01-01-19_01_2017.htm)
2. Eurostat (2017) Organic farming statistics, Facts and figures on organic agriculture in the European Union – EU (2016). [ec.europa.eu/agriculture/rica/pdf/Organic\\_2016\\_web\\_new.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/rica/pdf/Organic_2016_web_new.pdf)
3. Eurostat Database (2017): <http://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture/data/database>
4. <https://www.ifoam.bio/en/organic-landmarks/definition-organic-agriculture>
5. Ministarstvo poljoprivrede: Ekološka proizvodnja – statistika 2016.
6. The World of Organic Agriculture Statistics And Emerging Trends, FIBL (2018) [www.organic-world.net](http://www.organic-world.net) › Yearbook › 2018 edition.
7. Uredba komisije (EZ) br. 889/2008 podrobnim pravilima za provedbu Uredbe Vijeća (EZ) br.834/2007 o ekološkoj proizvodnji i označavanju ekoloških proizvoda u pogledu ekološke proizvodnje, označavanja i stručne kontrole.
8. Uredba vijeća (EZ) br.834/2007 o ekološkoj proizvodnji i označavanju ekoloških proizvoda.
9. Zakon o poljoprivredi (2015):Narodne novine broj 30/15.

**Abstract**

The legal considerations under which ecological agricultural production and products labelling are regulated in Council Regulation (EC) No. 834/2007 and Commission Regulation (EC) No. 889/2008. Ecological animal production occurs in accordance to the prescribed rules applicable to the origin of the animals, characteristics of breeding and accommodation, reproductive characteristics and feeding. Ecological agricultural production is no longer just a highly specialized part of food production but it is becoming a way of life and certainly one of the most dynamic sectors of agriculture. The number of hectares under ecological farming production is steadily rising at the global and European level. Currently, there are around 60 million hectares of ecological agricultural production in the world and around 12 million hectares in the European Union. The largest share (78%) of organic area is located in the old member states (EU-15). Particularly interesting is the comparison of the age structure of holders of agricultural holdings in ecological and conventional production. At 61% of ecological holdings, production holders are younger than 55, while in conventional production only 45% of holders are under the age of 55. Furthermore, the share of animals reared in ecological farming systems in European Union, regardless the species, does not exceed 5%.

**Key words:** ecological agricultural production, European Union, Council Regulation, Commission Regulation

## Optimizacija gnojidbe dušikom u funkciji zaštite okoliša

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

*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska, e-mail: ijug@pfos.hr*

### Sažetak

Optimizacija gnojidbe predstavlja jedan od temeljnih uvjeta održivosti biljne proizvodnje. Određivanje količine gnojiva, vremena i dinamike njegove primjene u ratarskoj biljnoj proizvodnji još uvijek se nerijetko obavlja empirijski. Ovakav pristup ima višestruko negativne implikacije na okoliš, odnosno tlo, vodu i zrak. Najprimjenjivnije, a ujedno i gnojivo s najjačim onečišćujućim efektom po okoliš, je dušično gnojivo, snažnog je "prinosotvornog učinka" i nezamjenjivo u ostvarivanju visokih prinosa. U primjeni mineralnih komponenti gnojiva pa tako i dušika treba biti iznimno pažljiv, budući da je njegova dinamika i kruženje u prirodi vrlo složena. Primjena dušika u prekomjernim količinama uzrokuje njegov gubitak, posebice u uvjetima prekomjerne vlažnosti i descedentnog kretanja vode što rezultira njegovim premještanjem u vodotokove.

Istraživanja koja su za cilj imala utvrditi optimalnu razinu primijenjenog dušika, a u skladu s dušičnom direktivom, provedena su za tri najzastupljenija usjeva istočne Slavonije kukuruz, ozimu pšenicu i soju. Gnojidbeni kalibracijski pokusi postavljeni su na dva lokaliteta: Čelije u Vukovarsko-srijemskoj županiji i Šljivoševci u Osječko-baranjskoj županiji. Istraživani su slijedeći pokazatelji: razina podzemne vode, koncentracija N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> u podzemnoj vodi i tlu, koncentracija N, P i K u nadzemnoj biljnoj masi po fenofazama porasta, u žetvenim ostatcima i u zrnu, potencijal mineralizacije i visina uroda. Bilanca dušika u tlu je često negativna, no pravilnim gospodarenjem gubici se mogu svesti na najmanju mjeru. Ovakav pristup omogućava praćenje dinamike raspoloživosti hraniva u tlu i usvajanja od strane biljaka te primjenu dušika u skladu s biološkim, ekonomskim i ekološkim uvjetima.

**Ključne riječi:** optimizacija gnojidbe, gnojidba dušikom, ratarski usjevi, urod

## Nitrogen fertilization optimization for environmental protection

### Abstract

Fertilizer optimization is one of the fundamental requirements for sustainable plant production. The amount of fertilizer, time of application and its dynamics in a plant production is still often empirically calculated. This kind of approach has multiple negative impacts on the environment. The most applicable, and at the same time, the most polluting, fertilizer is nitrogen, which is a powerful "yield-boost" and it is irreplaceable if we want to achieve high yields. With the application of mineral fertilizer especially nitrogen, it should be extremely careful since its dynamics and cycle in nature is very complex. The application of excessive dosage of nitrogen causes its loss, especially in the wet conditions and through descendent water movement which results in its displacement into watercourses.

The aim of this research is to determine the optimal application dosage of nitrogen fertilizer in accordance with the Nitrogen Directive. The research was carried out for the three most widely used crops in Eastern Croatia, maize, wheat and soybean. Fertilizer calibration experiments were set up in two locations: Čelije in Vukovar-Srijem County and Šljivoševci in Osijek-Baranja County. The following indicators have been measured: groundwater levels, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> concentrations in groundwater and soil, concentrations of N, P and K in plants at different phenophase, harvested plant residues and grain, mineralization potential and yield. The nitrogen balance in the soil is often negative, but proper management can reduce losses to a minimum. This kind of approach allows us monitoring of soil nutrients dynamics and uptake in plants and also the application of nitrogen fertilizer in accordance with biological, economic and ecological conditions.

**Key words:** fertilizer optimization, nitrogen fertilization, cereal crops, yield

## Regionalno klimatsko modeliranje: implementacija i mogućnosti

Ivan Güttler

*Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ), Grič 3, Zagreb, Hrvatska,  
e-mail: ivan.guettler@cirus.dhz.hr*

### Sažetak

Regionalni klimatski modeli su numeričke reprezentacije glavnih klimatskih procesa na diskretnoj računskoj mreži. Ovi modeli uključuju glavninu procesa koji su odgovorni za promjene u klimi na vremenskim skalama od dnevnog hoda do promjena kroz stoljeća. Glavni cilj ovog rada je izložiti osnovnu strukturu regionalnog klimatskog modela RegCM te njegova ograničenja i mogućnosti vezane za projekcije klimatskih promjena u 21. stoljeću i to pod pretpostavkom nekoliko scenarija koncentracija stakleničkih plinova. Naglasak će biti dan na dva nedavna primjera korištenja modela RegCM: (1) primjena ovog modela u izvedbi projekta „Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama” te (2) planiranim aktivnostima unutar GEWEX RHP projekta Panonski eksperiment proučavanja hidrološkog ciklusa i izmjena energije (PannEx). Rezultati nedavno obavljenih RegCM4 simulacija za potrebe Strategije prilagodbe klimatskim promjenama na horizontalnoj rezoluciji 12.5-km upućuju na nastavak trenda zagrijavanja na području Hrvatske, sa srednjim sezonskim signalom do 1.5 °C za razdoblje 2011.-2040. u odnosu na 1971.-2000. Glavni smjer daljnjeg razvoja i korištenja modela RegCM4 uključuje unapređenje rezolucije modela na 4 km.

**Ključne riječi:** regionalni klimatski model, klimatske promjene, staklenički plinovi, PannEx, prilagodba na klimatske promjene

## Regional climate modelling: implementation and possibilities

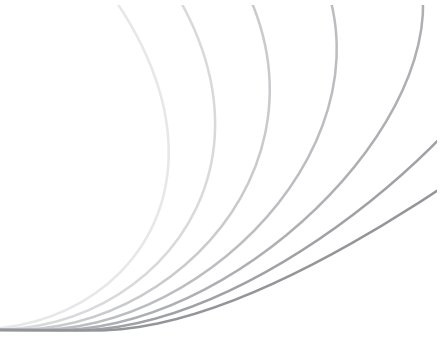
### Abstract

Regional climate models are numerical representations of the main climate processes on discrete computational grid. They incorporate majority of processes that govern changes in the climate from sub-daily to centennial time-scales. The main aim of paper is to present basic structure of the regional climate model RegCM, its limitations and possibilities related to the climate change projections for the 21st century under several greenhouse gasses concentration scenarios. The stress will be given to two recent examples of the RegCM use: (1) the application of the model in project "Strengthening the Capacity of the Ministry of Environment and Energy for Climate Change Adaptation and development of the Draft Strategy for Climate Change Adaptation", and (2) planned activities in the scope of the GEWEX Regional hydro-climate project (RHP) over the Pannonian basin Experiment (PannEx). Results of the RegCM4 simulations performed for the purpose of the Climate Change Adaptation Strategy at the horizontal resolution 12.5 km show warming trend over Croatia, with the mean seasonal warming up to 1.5 °C for the period 2011-2040 compared to the 1971-2000 period. The main model development for the planned activities includes an increase of the model resolution up to 4 km.

**Keywords:** regional climate model, climate change, greenhouse gasses, PannEx, climate change adaptation



# Section I



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





## Utjecaj navodnjavanja na prinos soje (*Glycine max* (L.) Merr.) u različitim vremenskim prilikama

Marko Josipović<sup>1</sup>, Monika Marković<sup>2</sup>, Aleksandra Sudarić<sup>1</sup>, Hrvoje Plavšić<sup>1</sup>,  
Milena Jančić Tovjanin<sup>3</sup>, Vedran Lederer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni institut Osijek, J. predgrađe 17, Osijek, Hrvatska

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: monika.markovic@pfos.hr

<sup>3</sup>Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija

### Sažetak

Istraživan je utjecaj godine i navodnjavanja na prinos zrna soje te učinkovitost navodnjavanja na pokušalištu Poljoprivrednog instituta Osijek (2006. – 2014.). Soja je navodnjavanja samohodnim kišnim krilom, a trenutak početka navodnjavanja određen je metodom elektrometrije tako da je b1 tretman bio kontrola, na b2 je navodnjavano kada je sadržaj vode u tlu pao na 60% poljskog vodnog kapaciteta (PVK), a na b3 80% PVK. Prinos zrna soje ovisno o godini bio je u rasponu od 3 179 kg ha<sup>-1</sup> do 4 230 kg ha<sup>-1</sup>. Značajno ( $P = 0.05$ ) povećanje prinosa zrna soje na b2 varijanti navodnjavanja bilo je u prosječnim godinama, za 13,3% (2006.) i 10,7% (2008.). U godinama s nadprosječnom količinom oborine zabilježen je pad prinosa ( $P = 0,01$ ) na obje varijante navodnjavanja. Viši prinosi ( $P = 0,01$ ) na b3 tretmanu navodnjavanja ostvareni su u godinama s nedostatkom oborine i to za 9,9% (2007.), 12,2% (2009.), 17% (2011.), 46% (2012.) i 18% (2013.). Veća učinkovitost norme navodnjavanja (UNN) ostvarena je na b2 varijanti navodnjavanja bez obzira na vremenske prilike, a bila je u rasponu od 0,6 kg mm<sup>-1</sup> (b3, 2008.) do 7,2 kg mm<sup>-1</sup> (b2, 2011.).

**Ključne riječi:** navodnjavanje, prinos soje, učinkovitost navodnjavanja

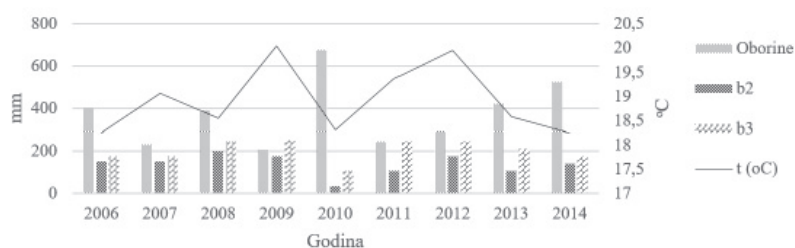
### Uvod

Proizvodnja soje (*Glycine max* (L.) Merr.) u Republici Hrvatskoj u posljednjih petnaest godina (2000. – 2016.) bila je na 52 500 ha s prosječnim prinosom od 2,4 t ha<sup>-1</sup> (DZS, 2018.). Ovisno o vremenskim prilikama u spomenutom razdoblju prinosi zrna soje variraju u rasponu od 1,7 t ha<sup>-1</sup> (2003.) do 3,1 t ha<sup>-1</sup> (2016.). Unatoč dobrim preduvjetima u Republici Hrvatskoj je do 2011. godine navodnjavano 1,4% poljoprivrednih površina (MZOIP, 2014.), dok podaci o navodnjavanju soje nisu dostupni. Potrebe biljke soje za vodom različite su tijekom faza razvoja (Foroud i sur., 1993). Najveće potrebe za vodom su u fazi razvoja mahune (R3 – R4) i nalijevanja zrna (R5 – R6). Pejić i sur. (2012.) navode kako je nedostatak oborine tijekom vegetacije glavni ograničavajući čimbenik u postizanju punog potencijala rodosti soje. Prema Josipović i sur. (2011., 2013.) navodnjavanje značajno utječe ( $P = 0,01$ ) na prinos soje pri čemu su najviši prinosi ostvareni na

tretmanima navodnjavanja gdje je sadržaj vode u tlu održavan na razini od 60 do 100% poljskog vodnog kapaciteta (PVK). Utjecaj navodnjavanja na uzgajanu kulturu uglavnom je vrednovan kroz ostvaren prinos u odnosu na dodanu količinu vode. Učinkovitost navodnjavanja može biti promatrana kroz aspekt učinkovitosti sustava za navodnjavanje, ujednačenosti navodnjavanja te reakcije kulture na navodnjavanje u pogledu prinosa i kakvoće, a značajno se razlikuje ovisno o sadržaju vode u tlu i tretmanu navodnjavanja (Olesen i sur., 2000.). U radu je istraživana utjecaj normi navodnjavanja i ETo na prinos zrna soje analizom učinkovitosti navodnjavanja u različitim vremenskim prilikama.

### Materijal i metode

Analizirana je učinkovitost navodnjavanja na osnovu prinosa zrna soje u razdoblju od 2006. do 2014. godine (a) na pokušalištu Poljoprivrednog instituta Osijek. Na pokusnoj parceli tlo je antropogenizirani hidromeliorirani hipoglej slijedećih svojstava: kapacitet za vodu 36,6%, kapacitet za zrak 5,2%, gustoća tla 2,6 g cm<sup>-3</sup>, poroznost 41,8 %, sadržaj gline 32,5%, sadržaj humusa 1,6%, pH (H<sub>2</sub>O) 7,5 te sadržaj dušika 0,13%. Vrijednosti su za površinski sloj tla dubine do 32 cm. Soja je uzgajana u tri tretmana navodnjavanja: b1 = kontrola; b2 = 60 do 100% poljskog vodnog kapaciteta (PVK); b3 = 80 do 100% PVK u tri ponavljanja. Soja je navodnjavana samohodnim kišnim krilom čija je prosječna brzina kretanja 15 m h<sup>-1</sup>, a radni domet 30 m. Obrok navodnjavanja jednak je za oba tretmana navodnjavanja (35 mm, 1,5 l min<sup>-1</sup>). Trenutak početka navodnjavanja određen je metodom elektrometrije pomoću GM senzora (Granular Matrix Sensor) koji su postavljeni na dvije dubine na svim tretmanima navodnjavanja. Sadržaj vode u tlu mjereno je tri puta tjedno odnosno nakon navodnjavanja i značajnijih oborina (> 5 mm). Voda za navodnjavanje crpljena je iz zdenca 37 m dubine udaljen nekoliko metara od pokusne parcele. Analiza kakvoće vode ukazuje kako je vodu moguće koristiti bez većih ograničenja. Norme navodnjavanja (mm), količine oborine (mm) i srednje mjesečne temperature zraka (oC) tijekom razdoblja istraživanja prikazane su grafikonom 1.



**Grafikon 1.** Oborine, norme po tretmanima navodnjavanja (b2 i b3) i srednje mjesečne temperature zraka (oC) tijekom razdoblja istraživanja

Sjetva soje obavljena je pneumatskom 12-rednom sijačicom (450 000 do 600 000 zrna ha<sup>-1</sup>), zaštita od korova primjenom (0,7 kg ha<sup>-1</sup> metribuzina i 1,2 kg kloroacetamida), a međuredna kultivacija provedena je nakon razvijene treće troliske. Soja je gnojena UREOM (46% N) u osnovnoj gnojidbi i pred sjetvu, zatim sa 112 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 120 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Učinkovitost navodnjavanja određena je prema izrazu: Učinkovitost vode (UVETo) = prinos/ETo (Warrick, 1983.). Referentna evapotranspiracija (ETo) određena je metodom Penman-Monteitha pomoću računalnog programa CROPWAT 8.0 (FAO, 2009.). Učinkovitost norme navodnjavanja određena je prema izrazima (UNN): (prinos u navodnjavanju

– prinos na kontrolnom tretmanu)/norma navodnjavanja (mm) (Nakayama i sur., 1979.) i prinos u navodnjavanju/norma navodnjavanja (Fairweather i sur., 2011). Podaci su analizirani računalnim statističkim programom Statistica 10 (StatSoft, Inc., 2011 – data analysis software system).

### Rezultati i rasprava

Utjecaj godine (a) i navodnjavanja (b) na prinos zrna soje prikazan je tablicom 1. Godina je statistički vrlo značajno ( $P = 0,01$ ) utjecala na prinos soje. Tijekom promatranog razdoblja prinos je bio u rasponu od 3 179 kg ha<sup>-1</sup> (2006.) do 4 230 kg ha<sup>-1</sup> (2014.). Navodnjavanje je vrlo značajno ( $P = 0,01$ ) utjecalo na prinos soje. Prinos je bio u rasponu od 3 497 kg ha<sup>-1</sup> (b1) do 3 953 kg ha<sup>-1</sup> (b3). U prosjeku prinos na b2 tretmanu bio je za 9,9% viši u odnosu na kontrolni tretman, a na b3 tretmanu za 13%. Pejić i sur. (2012.) navode značajno povećanje prinosa zrna soje u navodnjavanim varijantama na području Vojvodine. Značajno ( $P = 0,05$ ) povećanje prinosa zrna soje (Tablica 2.) bilo je u godinama u kojima nije bilo značajnijih odstupanja u oborinama od višegodišnjeg prosjeka s tim da je najviši prinos ostvaren na b2 varijanti navodnjavanja i to za 13,3% (2006.) i 10,7% (2008.). U godinama s nadprosječnom količinom oborine zabilježen je pad prinosa ( $P=0.01$ ) na obje varijante navodnjavanja.

**Tablica 1.** Utjecaj godine (a) i navodnjavanja (b) na prinos zrna soje (2006. – 2014.)

Godina	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
Xa	3179	3500	3817	3737	3289	4173	3976	3912	4230
b1	3497			F	LSD <sub>0,05</sub>	LSD <sub>0,01</sub>			
b2	3842		a	29,057**	211,27	289,4	Prosjeck pokusa 3758,5		
b3	3953		b	42,503**	93,35	122,9			
Xb	3764		ab	6,663**	320,33	428,9			

Xa = prosjek godine (kg ha<sup>-1</sup>); Xb = prosjek navodnjavanja; a = godina;  
b = navodnjavanje; ab = godina x navodnjavanje; \*\* =  $p < 0,01$

Na b2 varijanti prinosi su smanjeni za 4,1% (2010.) i 13,6% (2014.), a na b3 varijanti za 1,6% (2010.) i 5,3% (2014.). Viši prinosi ( $P=0,01$ ) na b3 tretmanu navodnjavanja ostvareni su u godinama s nedostatkom oborine i to za 9,9% (2007.), 12,2% (2009.), 17% (2011.), 46% (2012.) i 18% (2013.). Detaljnija analiza učinkovitosti navodnjavanja prikazana je tablicom 3. Učinkovitost norme navodnjavanja (UNN) uzima u obzir količinu vode koja je dodana tijekom vegetacije na pojedinoj varijanti navodnjavanja. Tijekom promatranog razdoblja UNN bila je u rasponu od 0,6 kg mm<sup>-1</sup> (b3, 2008.) do 7,2 kg mm<sup>-1</sup> (b2, 2011.). Veća UNN ostvarena je b2 varijanti navodnjavanja u svim godinama bez obzira na vremenske prilike, osim 2007. i 2009. premda su u tim godinama razlike između varijanti navodnjavanja neznatne. Howell (2001.) navodi kako analiza UNN daje bolji uvid u učinkovitost navodnjavanja. Autor također navodi bolju UNN na varijantama navodnjavanja s manjom količinom vode, premda naglašava kako su prinosi viši ako se nedostatak vode ne dogodi u kritičnim fazama razvoja.

**Tablica 2.** Utjecaj navodnjavanja na prinos zrna soje u razdoblju od 2006. do 2014. godine

2006.				2007.			2008.		
	Prinos	F		Prinos	F		Prinos	F	
b1	2974	LSD <sub>0,05</sub>	10,8*	3290	LSD <sub>0,05</sub>	18,35**	3636	LSD <sub>0,05</sub>	8,1*
b2	3369	LSD <sub>0,01</sub>	208,5	3595	LSD <sub>0,01</sub>	147,1	4025	LSD <sub>0,01</sub>	237,2
b3	3196		315,8	3615		222,8	3789		359,4
2009.				2010.			2011.		
	Prinos	F		Prinos	F		Prinos	F	
b1	3546	LSD <sub>0,05</sub>	13,9**	3345	LSD <sub>0,05</sub>	5,5*	3711	LSD <sub>0,05</sub>	58,7**
b2	3690	LSD <sub>0,01</sub>	203,7	3234	LSD <sub>0,01</sub>	82,9	4466	LSD <sub>0,01</sub>	182,9
b3	3977		308,6	3290		125,6	4343		277,1
2012.				2013.			2014.		
	Prinos	F		Prinos	F		Prinos	F	
b1	3143	LSD <sub>0,05</sub>	49,4**	3507	LSD <sub>0,05</sub>	11,53**	4513	LSD <sub>0,05</sub>	14,16**
b2	4195	LSD <sub>0,01</sub>	368,5	4077	LSD <sub>0,01</sub>	364,4	3899	LSD <sub>0,01</sub>	284,3
b3	4591		558,3	4166		552,1	4274		430,7

b1 = kontrola; b2 = 60 – 100% PVK; b3 = 80 – 100% PVK; \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$

UNN za ekstremno kišnu 2010. i 2014. godinu nije određena jer je najviši prinos zrna ostvaren na kontrolnim varijantama (b1). Navedeno potvrđuju Pejić i sur. (2012.). Autori objašnjavaju kako UNN u takvim uvjetima nije moguće odrediti jer nije došlo do smanjenja pristupačne vode u tlu. Učinkovitost vode (UVETo) uzima u obzir ETo pa je stoga određena za sve varijante navodnjavanja uključujući kontrolnu varijantu (b1). Najmanja UVETo na kontrolnim varijantama navodnjavanja je u prosječnim godinama, 76,3 g mm<sup>-1</sup> (2006.) i 90,9 g mm<sup>-1</sup> (2008.) te u godinama s nedostatkom oborine, 76,5 g mm<sup>-1</sup> (2007.), 82,5 g mm<sup>-1</sup> (2009.), 106 g mm<sup>-1</sup> (2011.), 84,9 g mm<sup>-1</sup> (2012.), 103,1 g mm<sup>-1</sup> (2012.). Najveća UVETo na kontrolnim varijantama navodnjavanja je u nadprosječno vlažnim vegetacijskim razdobljima, 101,4 g mm<sup>-1</sup> (2010.) i 214,9 g mm<sup>-1</sup> (2014.). Tijekom navedenih razdoblja zabilježena je najniža ETo (3,3 mm dan<sup>-1</sup> (2010.) i 2,1 mm dan<sup>-1</sup> (2014.)). Najveća UVETo zabilježena je na b3 varijantama navodnjavanja u godinama s nedostatkom oborine, 84,1 g mm<sup>-1</sup> (2007.), 94,7 g mm<sup>-1</sup> (2009.), 124,1 g mm<sup>-1</sup> (2012.) i 122,5 g mm<sup>-1</sup> (2013.). U prosječnim godinama najveća UVETo bila je na b2 varijantama navodnjavanja, 86,4 g mm<sup>-1</sup> (2006.) i 100,6 g mm<sup>-1</sup> (2008.). Howell (2001.) navodi kako je najveća UVETo ostvarena kod nižih normi navodnjavanja kao posljedica bolje iskoristivosti norme navodnjavanja, te zalihe vode u tlu i oborine. Analizom UNN u pogledu prinosa na navodnjavanoj varijanti i norme navodnjavanja vidljivo je kako je najveća učinkovitost norme navodnjavanja na b2 varijanti navodnjavanja bez obzira na vremenske prilike (Tablica 3.).

Najveća UNN na obje varijante navodnjavanja zabilježena je u nadprosječno kišnoj 2010. godini, b2 = 92,4 kg mm<sup>-1</sup> i b3 = 31,3 kg mm<sup>-1</sup>. Nadalje najniža UNN zabilježena je u prosječnoj 2008. godini, b2 = 20,1 kg mm<sup>-1</sup> i b3 = 15,5 kg mm<sup>-1</sup>.

**Tablica 3.** Učinkovitost norme navodnjavanja (UNN) i učinkovitost vode (UV) po godinama i varijantama navodnjavanja

Godina	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
<b>UNN (kg mm<sup>-1</sup>)</b>									
b2	2,6	1,9	2,0	0,8	-	7,2	6,0	5,4	-
b3	1,2	2,0	0,6	1,8	-	2,6	5,9	3,1	-
<b>UV<sub>ETo</sub> (g mm<sup>-1</sup>)</b>									
b1	76,3	76,5	90,9	82,5	101,4	106,0	84,9	103,1	214,9
b2	86,4	83,6	100,6	85,8	98,0	127,6	113,4	119,9	185,7
b3	81,5	84,1	94,7	94,7	99,7	124,1	124,1	122,5	203,5
<b>UNN (kg mm<sup>-1</sup>)</b>									
b2	22,5	24,0	20,1	21,1	92,4	42,5	24,0	38,8	27,9
b3	18,2	20,7	15,5	15,9	31,3	17,7	18,7	19,8	24,4

UNN = učinkovitost norme navodnjavanja (kg mm<sup>-1</sup>); UV<sub>ETo</sub> = učinkovitost vode (g mm<sup>-1</sup>);

b1 = kontrola; b2 = 60 – 100% PVK; b3 = 80 – 100% PVK

### Zaključak

Značajnost navodnjavanja za prinos zrna soje ovisna je o godini, prvenstveno količini oborine. U godinama s prosječnom količinom oborine viši prinosi zrna ostvareni su pri vlažnosti tla od 60%, a u sušnim godinama na 80% PVK. Različiti izračuni učinkovitosti navodnjavanja daju detaljniji uvid o promjeni visine prinosa obzirom da su u analize uključene norme navodnjavanja i ETo u različitim vremenskim prilikama. Na taj način osiguran je jasniji uvid u stvarnu učinkovitost vode bez obzira je li podrijetlom od oborine ili navodnjavanja. Stoga se za detaljniju analizu učinkovitosti navodnjavanja preporuča primjena izračuna koji ujedno mogu poslužiti kao osnova u planiranju i provođenju navodnjavanja.

### Literatura

1. Državni zavod za statistiku, DZS (2018): Biljna proizvodnja. [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/publication/2017/01-01-14\\_01\\_2017.htm](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2017/01-01-14_01_2017.htm) (20.02.2018.)
2. Fairweather, H., Austin, N., Hope, M. (2011): Irrigation Insights No. 5. Water use efficiency, an information package. file:///C:/Users/MonikaM/Desktop/water-use-efficiency-booklet-pub.pdf (20.02.2018.)
3. Food and Agricultural Organisation of United Nations, FAO (2009): Cropwat 8.0 for windows user guide. Rome, Italy.
4. Foroud, N., Mundel, H. H., Saindon, G., Entz, T. (1993): Effect of level and timing of moisture stress on soybean plant development and yield components. *Irrigation Science* 13, 149-155.
5. Howell, T. A. (2001): Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agronomy Journal*, 93, 281-289.
6. Josipović, M., Sudarić, A., Kovačević, V., Marković, M., Plavšić, H., Liović, I. (2011): Irrigation and nitrogen fertilization influences on soybean variety (*Glycine Max* (L.) Merr.) properties. *Poljoprivreda*, 1, 9-15.
7. Josipović, M., Sudarić, A., Sudar, R., Plavšić, H., Marković, M., Jug, D., Stojić, B. (2013): Influence of irrigation and variety on the soybean grain yield and quality in the no nitrogen fertilization condition. *Proceedings&Abstract 2nd International Scientific Conference*. 26-28 September, 2013., Osijek.
8. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, MZOIP (2014.): Sixth national communication and first biennial report of the republic of Croatia under the United Nations framework convention on climate change (UNFCCC). [https://unfccc.int/files/national\\_reports/annex\\_i\\_natcom/\\_application/pdf/eu\\_nc6.pdf](https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/_application/pdf/eu_nc6.pdf), (20.02.2018.)

9. Nakayama, F. S., Bucks, D. A., Clemmens, A. J. (1979): Assessing Trickle Emitter Application Uniformity. Trans. ASAE 1979, 22 (4), 816-821.
10. Olesen, J. E., Mortensen, J. V., Jorgensen, L. N. and Andersen, M. N. (2000): Irrigation strategy, nitrogen application and fungicide control in winter wheat on a sandy soil. I. Yield, yield components and nitrogen uptake. Journal of Agricultural Science, 134, 1-11.
11. Pejić, B., Bošnjak, Đ., Mačkić, K., Rajić, M., Josipović, M., Jug, I., Maksimović, L. (2012): Yield and Water Use Efficiency of Irrigated Soybean in Vojvodina, Serbia. Ratarstvo i Povrtarstvo, 49, 80-85.
12. Warrick, A. W. (1983): Interrelationships of Irrigation Uniformity Terms Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 109 (3), 317-332.

### Impact of irrigation on soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) yield and water use efficiency in different weather conditions

#### Abstract

Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) was grown in 2006 – 2014 period in order to study the impact of year, irrigation practice on grain yield and water use efficiency (WUE). Soybean was irrigated with self-moved sprinkler system, while the irrigation time was based up on measuring soil water content with electrometry method as follows: b1 = control, b2 = irrigation started when soil water content was at 60% of field capacity (FC) and b3 = 80% FC . Across years grain yield ranged from 3179 kg ha<sup>-1</sup> to 4230 kg ha<sup>-1</sup>. Significantly higher ( $P = 0.05$ ) yield on irrigation treatments with less irrigation water was in average climatic years, 13.3% (2006) and 10.7% (2008) while in growing seasons with excessive amount of rainfall the highest yield was obtained in rainfed plots. Significantly higher yields ( $P = 0.01$ ) in dry growing seasons where on irrigated plots with the highest amount of water as follows: 9.9% (2007), 12.2% (2009), 17% (2011), 46% (2012) and 18% (2013). WUE ranged from 0.6 kg mm<sup>-1</sup> (b3, 2008) to 7.2 kg mm<sup>-1</sup> (b2, 2011).

**Key words:** irrigation, soybean yield, water use efficiency

## Utjecaj gnojidbe dušikom i sorte na prinos i komponente prinosa soje (*Glycine max* (L.) Merr.)

Daria Galić Subašić<sup>1</sup>, Mladen Jurišić<sup>1</sup>, Marko Josipović<sup>2</sup>, Aleksandra Sudarić<sup>2</sup>,  
Hrvoje Plavšić<sup>2</sup>, Irena Rapčan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1,  
Osijek, Hrvatska, e-mail: dgsubasic@pfos.hr

<sup>2</sup>Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Postavljen je pokus na pokušalištu Poljoprivrednog instituta Osijek u 2015. godini s ciljem utvrđivanja utjecaja gnojidbe dušikom i sorte na prinos zrna i komponente prinosa soje. Tretman gnojidbe dušikom pokazao se statistički visoko značajnim ( $P=0,01$ ) za prinos zrna, a značajnim ( $P=0,05$ ) za broj mahuna i masu 1000 zrna. Sorta soje je visoko značajno utjecala na prinos i ispitivane komponente prinosa. Analizom su utvrđene i interakcije ova dva čimbenika na prinos zrna i masu 1000 zrna ( $P=0,01$ ) te broj zrna po biljci ( $P=0,05$ ). U cilju utvrđivanja reakcija sorti soje na agrotehničke mjere potrebno je nastaviti ovakva istraživanja.

**Ključne riječi:** soja, gnojidba dušikom, sorta, prinos, komponente prinosa

### Uvod

Soja predstavlja jednu od najvažnijih bjelančevinastih i uljnih kultura u svijetu. Površine uzgoja 2015. godine u svijetu iznosile su preko 120 milijuna hektara s prosječnim prinosom od 2,68 t ha<sup>-1</sup>. Iste godine se soja u Hrvatskoj uzgaja na 88 867 ha s prosječnim prinosom od 2,21 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2015.). Registrirane sorte soje Poljoprivrednog instituta Osijek uzgajaju se na velikim površinama, s tim da oko 10 sorata pokriva oko 70% ukupnih površina pod proizvodnjom soje u Hrvatskoj. Sorte se odlikuju visokim potencijalom prinosa i dobro prilagodljivošću na lokalne agroekološke uvjete. Brojni autori su utvrdili da, između ostalog, količina primijenjenog dušika predstavlja značajan čimbenik stabilnog prinosa zrna soje, (Salvagioti, 2008.; Kolaric i sur., 2016.; La Menza i sur., 2017.) dok su svojstva pojedine sorte te njihov utjecaj na visinu i stabilnost prinosa zrna od najvećeg značaja i interesa za proizvođače (Sudarić, 2011.) Važne komponente prinosa soje su broj biljaka po jedinici površine, visina biljaka, broj plodnih etaža po biljci, broj mahuna po biljci, broj i masa zrna po biljci, masa 1000 zrna te žetveni indeks po biljci (Vratarić i Sudarić, 2008.). Cilj ovog istraživanja je utvrditi utjecaj gnojidbe dušikom i sorte na prinos i neke komponente prinosa zrna soje (*Glycine max* (L.) Merr.).

### Materijal i metode

Pokus je postavljen na pokušalištu Poljoprivrednog instituta Osijek (45°32'14" N, 18°44'38" E) prema split-plot dizajnu u tri ponavljanja u 2015. godini. Istraživan je utjecaj dva čimbenika: gnojidba dušikom (N) i sorta soje (S) na prinos i komponente prinosa soje. Tretmani gnojidbe su: N1 – bez gnojidbe dušikom (kontrola), N2 – 100 kg N ha<sup>-1</sup>, N3 – 200 kg N ha<sup>-1</sup>. Korištene sorte su kreacije

Poljoprivrednog instituta Osijek: Lucija (00, S1), Vita (0, S2), Ika (0-I, S3) i Tena (0-I, S4). Tlo je prema klasifikaciji eutrično smeđe na lesu, srednje duboko oglejeno, nekarbonatno, praškaste strukture i glinasto-ilovaste teksture (Gračanin, 1951.). Srednje je opskrbljeno humusom (2,13%), fosforom srednje do bogato (26,57 mg 100 g tla-1), a kalijem bogato opskrbljeno (37,85 mg 100 g tla-1). Sve agrotehničke mjere provedene su u skladu s načelima održive poljoprivredne proizvodnje. Veličina osnovne parcele iznosila je 30 m<sup>2</sup>, s tri reda duljine 20 m i međurednim razmakom od 50 cm. Sjetva soje izvršena je 21. travnja 2015. u preporučenom sklopu za svaku sortu (Lucija, Vita i Tena: 650 000 biljaka ha-1, Ika: 580 000 biljaka ha-1) pneumatskom 12-rednom sijačicom. Ova agrotehnička operacija obavljena je u optimalnom agrotehničkom roku za ovo proizvodno područje prema Vratarić i Sudarić (2000.). Točna količina dušika (u obliku uree) primijenjena je ručno po obilježenim parcelama i varijantama, a zatim zaorana. Žetva sorte Lucija obavljena je 24. rujna, a žetva preostale tri sorte 06. listopada 2015. kombajnom za pokuse tipa Wintersteiger. Prinos zrna određen je za svaku parcelu i preračunat u kg ha-1. Komponente prinosa određene su na uzorku od 10 biljaka sa svake parcele. Rezultati su statistički obrađeni analizom varijance u računalnom programu Statistica 9 (StatSoft, Inc., Tulsa, USA, 2010.), a dobivene vrijednosti interpretirane.

### Vremenske prilike tijekom istraživanja

Temperaturni prosjek godine 2015. iznosio je 12,63 oC, dok višegodišnji prosjek iznosi 11,29 oC (DHMZ, 2015.). Ova godina se odlikovala ukupnim godišnjim oborinama od 686,3 mm, što je na razini višegodišnjeg prosjeka (682,6 mm) i u skladu s količinom oborina od 600 do 700 mm koju neki autori navode kao dostatnu za uzgoj soje na ovom području (Vratarić i Sudarić, 2000., Vratarić i Sudarić, 2008., Jurišić, 2015.). Međutim, razdoblje vegetacije soje bilo je sušnije za 74,7 mm od mjeseci vegetacije u višegodišnjem prosjeku (Tablica 1.). Oborine su bile i vrlo neravnomjerno raspoređene. Tijekom svibnja i kolovoza palo je 113,4 odnosno 105,8 mm, što je za 49,5 odnosno 37,5 mm više od višegodišnjeg prosjeka za te mjesece. Travanj, lipanj, srpanj i rujna su bili sušniji od prosjeka.

**Tablica 1.** Srednje mjesečne temperature zraka, mjesečne oborine 2015. godine i njihov višegodišnji prosjek (1981.-2010.) za područje Osijeka za mjesece vegetacije soje.

Mjesec	Srednje mjesečne temperature zraka, oC		Mjesečne oborine, mm	
	2015.	1981.-2010.	2015.	1981.-2010.
Travanj	12,1	11,8	12,9	52,4
Svibanj	17,8	17,1	113,4	63,9
Lipanj	20,8	20,1	17,1	87,1
Srpanj	24,6	22,0	25,6	56,0
Kolovoz	23,7	21,3	105,8	68,3
Rujan	17,9	16,7	41,1	62,9
Vegetacija (IV-IX)	19,48	18,17	315,9	390,6

(izvor: DHMZ, 2015.)

### Rezultati i rasprava

Statističkom analizom podataka dobiveni su prosjeci pokusa za prinos i komponente prinosa. Prosjek prinosa zrna iznosi 3008,22 kg ha-1, broja mahuna po biljci 48,88, broja zrna po biljci 117,99, a prosjek mase 1000 zrna 165,00 g. Josipović i sur. (2011.) navode niže vrijednosti za broj mahuna po biljci (21,7-35,3) i masu 1000 zrna (106,7-140,6 g), ali slične vrijednosti za broj zrna po biljci (90,7-147,3). Utjecaj gnojidbe dušikom na prinos zrna (kg



ha-1) u našem pokusu statistički je značajan na razini  $P=0,01$ . Najveći prinos (3329 kg ha-1) postignut je u varijanti gnojidbe dušikom u dozi od 200 kg N ha-1, a u kontroli najmanji (2468 kg ha-1), kako je prikazano u Tablici 2. Utjecaj sorte na prinos zrna pokazao se kao statistički visoko značajan. Najmanji prinos postigla je sorta Vita (2687 kg ha-1), a najveći (3229 kg ha-1) sorta Tena. Ove vrijednosti su nešto manje od onih koje navode Crozat i sur. (1994.). Ispitujući sorte iz 00, 0 i I skupine zriobe Sudarić i Vratarić (2008.) dobivaju vrijednosti od 3750 i 4600 kg ha-1, koje su veće od dobivenih u ovom istraživanju. Josipović i sur. (2011.) u dvogodišnjim pokusima s dvije sorte soje navode prinose zrna od 2615 do 3376 kg ha-1 i od 2996 do 4022 kg ha-1.

**Tablica 2.** Utjecaj gnojidbe dušikom i sorte na prinos zrna (kg ha-1) soje u 2015. godini.

Utjecaj gnojidbe dušikom na prinos zrna (kg ha <sup>-1</sup> ) <i>Nitrogen fertilization impact on grain yield (kg ha<sup>-1</sup>)</i>			Utjecaj sorte na prinos zrna (kg ha <sup>-1</sup> ) <i>Variety impact on grain yield (kg ha<sup>-1</sup>)</i>		
N <sub>1</sub>	2468		S <sub>1</sub>	2966	
N <sub>2</sub>	3227		S <sub>2</sub>	2687	
N <sub>3</sub>	3329		S <sub>3</sub>	3150	
			S <sub>4</sub>	3229	
LSD 5%	LSD 1%	F-test	LSD 5%	LSD 1%	F-test
74,9688	124,3358	607,116**	77,0239	105,5092	85,667**
<b>Značajna interakcija gnojidba dušikom x sorta</b> <i>Significant interaction nitrogen fertilization x variety</i>					
LSD 5%	LSD 1%	F-test			
139,7025	204,4106	40,673**			

N1 – kontrola (0 kg N ha-1), N2 – 100 kg N ha-1, N3 – 200 kg N ha-1;  
S1 – Lucija, S2 – Vita, S3 – Ika, S4 – Tena; n.s. – nije značajno.

Broj mahuna po biljci povećava se od 42,84 do 52,64 s povećanjem doze dušika (Tablica 3.). Utjecaj gnojidbe dušikom pokazao se statistički značajnim na razini  $P=0,05$ , dok je sorta utjecala na razini  $P=0,01$ . Najveći broj mahuna po biljci postigla je Vita (56,84), a najmanji Lucija (38,71). Ova komponenta određena je, pored genetske osnove, klimatskim uvjetima tijekom cvatnje i formiranja mahuna (Vratarić, 1983.; Urwiler i Stutte, 1986.). Iz ovih rezultata može se zaključiti da je sorta Lucija najizraženije reagirala manjim brojem mahuna i manjim brojem zrna po biljci na količinu oborina u lipnju i srpnju (faze cvatnje i zemetanja mahuna) koja je 2015. godine bila manja od prosjeka za ovo područje. Mađar i Josipović (1991.) navode da u nekim godinama u istočnom dijelu Hrvatske nema dovoljno vode za potrebe soje, dok Vratarić i Sudarić (2008.) zaključuju da se nedostatak oborina može djelomično nadoknaditi dobrom agrotehnikom i gnojidbom dušikom. Najmanji prosječan broj zrna po biljci (85,83) postigla je sorta Lucija, a najveći (134,77) sorta Tena (Tablica 4.). Basić i sur. (2006.) nalaze prosječan broj zrna po biljci od 122,97, što je u skladu s našim rezultatima, kao i Šimunić i sur. (2009.), koji izvještavaju o širokom rasponu od 51-131 zrna po biljci. Prosječna masa 1000 zrna (Tablica 5.) varira od 149,11 g (Tena) do 188,78 g (Lucija). Dobivene vrijednosti se uklapaju u raspon vrijednosti koje dobivaju Zimmer i sur. (2016.) u svojim pokusima s tri sorte soje (122-215 g) kao i Sudarić i sur. (1996.) u čijem se istraživanju prosječna masa 1000 zrna kretala od 138 do 199 g.

**Tablica 3.** Utjecaj gnojidbe dušikom i sorte na broj mahuna po biljci soje u 2015. godini.

Utjecaj gnojidbe dušikom na broj mahuna po biljci <i>Nitrogen fertilization impact on pod number per plant</i>			Utjecaj sorte na broj mahuna po biljci <i>Variety impact on pod number per plant</i>		
N <sub>1</sub>		42,84	S <sub>1</sub>		38,71
N <sub>2</sub>		51,15	S <sub>2</sub>		56,84
N <sub>3</sub>		52,64	S <sub>3</sub>		47,76
			S <sub>4</sub>		52,20
LSD 5%	LSD 1%	F-test	LSD 5%	LSD 1%	F-test
5,3586	n.s.	14,965*	7,3941	10,1286	9,642**

N1 – kontrola (0 kg N ha<sup>-1</sup>), N2 – 100 kg N ha<sup>-1</sup>, N3 – 200 kg N ha<sup>-1</sup>;  
S1 – Lucija, S2 – Vita, S3 – Ika, S4 – Tena; n.s. – nije značajno.

**Tablica 4.** Utjecaj gnojidbe dušikom i sorte na broj zrna po biljci soje u 2015. godini.

Utjecaj gnojidbe na broj zrna po biljci <i>Fertilization impact on grain number per plant</i>			Utjecaj sorte na broj zrna po biljci <i>Variety impact on grain number per plant</i>		
N <sub>1</sub>		112,59	S <sub>1</sub>		85,83
N <sub>2</sub>		120,83	S <sub>2</sub>		123,91
N <sub>3</sub>		120,57	S <sub>3</sub>		127,48
			S <sub>4</sub>		134,77
LSD 5%	LSD 1%	F-test	LSD 5%	LSD 1%	F-test
n.s.	n.s.	4,939	16,8509	23,0827	14,930**
<b>Značajna interakcija gnojidba dušikom x sorta</b> <i>Significant interaction nitrogen fertilization x variety</i>					
LSD 5%		LSD 1%		F-test	
26,7454		n.s.		2,879*	

N1 – kontrola (0 kg N ha<sup>-1</sup>), N2 – 100 kg N ha<sup>-1</sup>, N3 – 200 kg N ha<sup>-1</sup>;  
S1 – Lucija, S2 – Vita, S3 – Ika, S4 – Tena; n.s. – nije značajno

**Tablica 5.** Utjecaj gnojidbe dušikom i sorte na masu 1000 zrna (g) soje u 2015. godini.

Utjecaj gnojidbe dušikom na masu 1000 zrna (g) <i>Nitrogen fertilization impact on 1000 grain weight (g)</i>			Utjecaj sorte na masu 1000 zrna (g) <i>Variety impact on 1000 grain weight (g)</i>		
N <sub>1</sub>		160,58	S <sub>1</sub>		188,78
N <sub>2</sub>		172,67	S <sub>2</sub>		165,00
N <sub>3</sub>		161,75	S <sub>3</sub>		157,11
			S <sub>4</sub>		149,11
LSD 5%	LSD 1%	F-test	LSD 5%	LSD 1%	F-test
6,4025	n.s.	16,702*	4,7832	6,5522	113,197**
<b>Značajna interakcija gnojidba dušikom x sorta</b> <i>Significant interaction nitrogen fertilization x variety</i>					
LSD 5%		LSD 1%		F-test	
9,7879		14,7493		23,570**	

N1 – kontrola (0 kg N ha<sup>-1</sup>), N2 – 100 kg N ha<sup>-1</sup>, N3 – 200 kg N ha<sup>-1</sup>;  
S1 – Lucija, S2 – Vita, S3 – Ika, S4 – Tena; n.s. – nije značajno.

### Zaključak

Na području Osijeka gnojidba dušikom pokazala se kao značajna mjera za povećanje prinosa i komponenta prinosa soje u godini provedenog istraživanja. Sorta Tena postigla je najveći prinos zrna i broj zrna po biljci, dok je sorta Vita imala najveći broj mahuna po biljci, a Lucija masu 1000 zrna. U cilju utvrđivanja reakcija sorti soje na agrotehničke mjere potrebno je nastaviti ovakva istraživanja.

## Literatura

1. Basić, S., Carović, K., Kolak, I., Gunjača, J., Šatović, Z. (2006): Kretanje prinosa i sastavnica prinosa kultivara soje u različitim sklopovima. *Sjemenarstvo* 23(3), 223-235.
2. Croazat, Y., Aveline, A., Coste, F., Gillet, J.P., Domenach, A.M. (1994): Yield performance and seed production pattern of field-grown pea and soybean in relation to N nutrition. *European Journal of Agronomy* 3(2), 135-144.
3. Gračanin, M. (1951): *Sistematika tla*, Školska knjiga, Zagreb.
4. Josipović, M., Sudarić, A., Kovačević, V., Marković, M., Plavšić, H., Liović, I. (2011): Irrigation and nitrogen fertilization influences on properties of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) varieties. *Poljoprivreda* 17(1), 9-15.
5. Jurišić, Mladen (2015.): *AgBase - Priručnik za uzgoj bilja, I. Tehnologija važnijih ratarskih kultura*, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
6. Kolarić, Ljubiša (2016.): *Produktivne osobine sorti soje u zavisnosti od količine azota i tipa zemljišta*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 115-126.
7. La Menza, N.C., Monzon, J.P., Specht, J.E., Grassini P. (2017): Is soybean yield limited by nitrogen supply? *Field Crops Research*, Volume 213, 204-212.
8. Mađar, S., Josipović, M. (1991): Vremenske prilike na području istočne Hrvatske u 1990 godini. Znanost i praksa u poljoprivrednoj i prehrambenoj tehnologiji. (Posebno izdanje), 21, 153-159.
9. Salvagioti, F.K.G., Cassman, J.E., Specht, D.T., Walters, A., Weiss, A. (2008): Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybean: *Field Crops Research* 108: 1-13.
10. StatSoft Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 9.
11. Sudarić, A., Vratarić, M., Jurković, Z. (1996): Procjena novih linija soje i grupe zriobe Poljoprivrednog instituta Osijek tijekom 1994. i 1995. godine. *Poljoprivreda* 2(1-2), 47-54.
12. Sudarić, A., Vratarić, M. (2008): Značenje, dostignuća i trendovi u oplemenjivanju soje u Poljoprivrednom institutu Osijek. *Sjemenarstvo* 25(3-4), 207-216.
13. Sudarić, Aleksandra (2011): *Soybean - Molecular Aspect of Breeding*, book, Publisher: InTech 2011. (monograph).
14. Šimunić, R., Miličević, I., Vrgoč, D., Eljuga, L. (2009): Utjecaj količine oborina na gospodarska svojstva soje i suncokreta. Zbornik radova 6. Naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem „Kvalitet 2009“, Neum, 809-814
15. Urwiler, M.J., Stutte, C.A. (1986): Influence of ethephon on soybean reproductive development. *Crop Science*, 26 (5), 976-979.
16. Vratarić, M. (1983): Utjecaj ekoloških faktora na oplodnju i zametanje mahuna kod nekih sorata soje u odnosu na komponente prinosa na području Osijeka. Disertacija. Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji. Poseban broj, Osijek.
17. Vratarić, M., Sudarić, A. (2000): *Soja*. Poljoprivredni institut Osijek, Osijek.
18. Vratarić, M.; Sudarić, A.; Sudar, R.; Duvnjak, T.; Jurković, D.; Jurković, Z. (2005): Genetic advance in quantitative traits of soybean lines within different maturity groups. *Poljoprivreda* 11 (1), 5-10.
19. Vratarić, M., Sudarić, A. (2008): *Soja – Glycine max* (L.) Merr., Poljoprivredni institut Osijek, Osijek.
20. Zimmer, S., Messmer, M., Haase, T., Piepho, H-P., Mindermann, A., Schulz, H. H., Ordon, F., Wilbois, K-P., Heß, J. (2016): Effects of soybean and Bradyrhizobium strains on yield, protein content and biological nitrogen fixation under cool growing conditions in Germany. *European Journal of Agronomy* 72, 38-46.
21. FAO (2015): Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda, <http://www.fao.org/faostat/>.
22. Državni hidrometeorološki zavod. Republika Hrvatska 2016.

## The nitrogen fertilization and variety effect on soybean grain yield and yield components

### Abstract

A trial was set up to determine the influence of fertilization on nitrogen and seed yield on grain yield and soybean yield components at the Agricultural Institute of Osijek in 2015. Nitrogen fertilization treatment showed a statistically significant ( $P = 0.01$ ) impact for grain yield and significant ( $P = 0.05$ ) for the pod number and the mass of 1000 grains. Soybean varieties had a high impact on yield and tested yield components. The analysis also determined the interaction of these two factors on grain yield and mass of 1000 grains ( $P = 0.01$ ) and number of grains per plant ( $P = 0.05$ ). In order to determine the reaction of soybean varieties to agrotechnical measures, such research should be continued.

**Key words:** soybean, nitrogen fertilization, variety, yield, yield components

## Application of water deficit stress at wheat heading stage

Maja Ižaković<sup>1</sup>, Valentina Španić<sup>2</sup>, Ema Salopek<sup>1</sup>,  
Valentina Lukenda<sup>1</sup>, Katarina Galušić<sup>1</sup>, Tihana Marček<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Food technology Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek,  
Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Croatia, e-mail: Maja.Izakovic@ptfos.hr

<sup>2</sup>Agricultural Institute Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek, Croatia

### Abstract

Due to the worldwide climate changes, drought became common abiotic stress factor endangering plant growth and development thereby affecting wheat quality and yield. In this study three winter wheat genotypes (Katarina, Antonija, Žitarka) were tested for drought tolerance during the heading stage by exposing the plants to drought conditions for 10 days, compared to well watered conditions. Antonija exhibited the highest guaiacol peroxidase (POD), ascorbate peroxidase (APX) activity and proline content under water deficit among tested genotypes. Diversity in activity of antioxidative enzymes implies on different genetic background of tested genotypes in dealing with the dehydration stress. Remarkable proline accumulation under water stress provide the evidence of its involvement in the osmoregulation process.

Key words: wheat, drought, heading stage, proline, antioxidative enzymes

### Introduction

Drought, as a result of climate changes, is the major abiotic stress factor that has deleterious effect on yield and grain quality of the wheat (Mujtaba et al., 2016). In plants drought causes an osmotic stress which results in decline of turgor pressure eventually leading to cellular dehydration. Severe yield loss can be caused by drought stress often occurring in the grain filling period of the wheat (Altenbach et al., 2003). Physiological water status of plants can be measured by relative water content (RWC) (Kadioglu, 2011). Growth inhibition could be often due to drought influence on morphological, physiological, biochemical and molecular processes (Lawlor and Cornic, 2002). Under drought stress conditions, plant produces a huge amount of highly reactive molecules known as reactive oxygen species (ROS). The activation of scavenging antioxidative enzymatic and nonenzymatic systems is the most common response on stress conditions. Important antioxidative enzymes are non-specific peroxidase (POD), catalase (CAT) and ascorbate peroxidase (APX) (Caverzan et al., 2016.; Miller et al., 2009). The aim of this study was to determine the effect of drought on three winter wheat genotypes (Katarina, Antonija, Žitarka) in the heading stage of development by determining the antioxidative response and proline accumulation.

## Materials and methods

The experiment was carried out during 2017 testing the three winter wheat genotypes: Antonija, Katarina and Žitarka. The studies were conducted at laboratories of Agricultural Institute Osijek and Faculty of Food Technology in Osijek, Croatia. Seeds were planted in pots on February 2017., with the soil from experimental field in Osijek, Croatia (45°32' N, 18°44' E). Soil type was eutric cambisol with pH KCl=6.25; humus=2.20%; K<sub>2</sub>O 37.70 mg 100g<sup>-1</sup>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 39.70 mg 100g<sup>-1</sup>, and soil volume was 9800 cm<sup>3</sup> per experimental pot. Five seeds were planted in each pot, for every genotype and treatment in three replications, and placed into vernalization chamber under temperature of 4°C in duration of six week. The vernalized plants were moved in semi-greenhouse till the heading stage when the drought application was performed. Well-watered plants represented a control while stress conditions were reached by exposing plants to water reduction for ten days. The control treatment was maintained at 80% of field capacity (FC), while the drought treatment was at 55% of FC. Soil water capacity was 33% of weight (100% absolute water capacity of soil). The pots were weighed showing the status of water. The moisture content in the soil was measured by portable Watermark soil moisture (Watermark 30-KTCD-NL, Irrrometer Company, Riverside, California, SAD). The range of water status was from 0 to 199 kPa, where 0 was wet ground (100% FC), while 199 kPa was dry soil. Water measurements of the soil were made every day. After ten days of treatment leaves from treated and non-treated plants were collected and stored at -80 °C until analyses. Flag leaves were sampled for RWC determination. Middle part of the leaves was sliced into 1 cm section and weighed as fresh weight (FW), where upon tissue was submerged in distilled water for 4 h to reach turgid weight (TW). Dry weight (DW) of tissue was obtained by drying leaf discs at 80°C for 24 h. Finally, the RWC was calculated by the formula:  $RWC (\%) = (FW - DW) / (TW - DW) * 100$ . Other leaves were extracted for determination of antioxidative enzymes activity. Fresh leaves tissue (250 mg) was homogenized in 50 mM potassium phosphate buffer (pH 7.0). After the addition of 0.1 mM ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA), 5 mM ascorbate acid and polyvinylpolypyrrolidone (PVP), samples were centrifuged at 14 000 rcf for 30 min at 4 °C, whereupon supernatants were used for determination of activity of antioxidative enzymes. POD activity was measured by monitoring increase of absorbance at 470 nm, with guaiacol as an electron donor (Siegel and Galston, 1967). CAT activity was determined at 240 nm, by the decrease in absorbance (Aebi, 1984), while APX activity was detected by monitoring the decrease in absorbance of ascorbate at 290 nm (Nakano and Asada, 1981). Enzyme activity was expressed as catalytic activity in nanokatal (nkat/gFW) corresponding to reaction rates of nanomoles per second (NC-IUB, 1978). The proline content was determined according to Bates et al. (1973). Fresh leaf tissue (50 – 100 mg) was homogenized in 2 mL of 3% sulfosalicylic acid centrifuged at 14 000 rpm for 15 min at 4 °C. Extracts were mixed with glacial acetic acid and acid ninhydrin solution, incubated at 100 °C for 60 min and cooled in an ice bath. After toluene addition the free proline was quantified by spectrophotometrically at 520 nm. Proline concentration was determined using a calibration range from 10 to 150 μM of L-proline and expressed as micromols per gram of fresh weight (μmol g<sup>-1</sup> FW). All results were expressed as means of 2-3 replicates (± SE) and analysed by factorial ANOVA using Statistica 13 software.

## Results and discussion

Analysis of variance revealed significant effects of genotypes and treatments for POD activity, proline content and RWC, except genotype influence for RWC. Interaction genotype by treatment was statistically significant only for proline content (Table 1.). In all tested

genotypes, plants under drought stress conditions showed reduced RWC compared to control conditions (Graph 1). In Antonija reduction was the greatest (31.6%), followed by Katarina (23.6%) and Vulkan (21.9%), respectively. Similar RWC reduction under water deficit was obtained in wheat genotypes (Allahverdiyev, 2014; Saeidi et al., 2017). Among tested genotypes, Antonija exhibited the highest POD and APX activity under water deficit regime while the lowest POD activity was noticed in Katarina (Graphs 2a., 2b.). Comparing POD and APX activity within the same genotype, Antonija and Vulkan showed increased POD and APX activity under water deficit indicating that in these genotypes POD and APX have a protective role in response to drought in the heading stage. Similarly, the great involvement of antioxidative enzymes in mitigating the delirious effect of drought was noticed for wheat (Hasheminasab et al., 2012.; Tabarzad et al., 2017). Contrary, genotype Katarina showed the inhibition of APX activity after exposure to water deficit. The decreasing trend of CAT activity under drought stress compared to control was observed in all genotypes which may be the consequence of CAT inhibition by extensive ROS production under water deficit (Graph 2c). Opposite trend of increased CAT activity under drought conditions was noticed in wheat cultivars in three developmental stages (heading, flowering and grain-filling) (Song et al., 2017). As it was expected, the proline content in all tested genotypes under drought treatment enlarged in relation to control (Graph 2d). The largest accumulation of free proline in drought stress had Antonija with 7-fold increment, Vulkan had 6-fold higher concentration and the lowest proline content showed Katarina with two times higher concentration in comparison to control. Our results confirm findings of Xu et al. (2008) which discovered that amount of free proline under salt and drought stresses was increased in more tolerant rice cultivars.

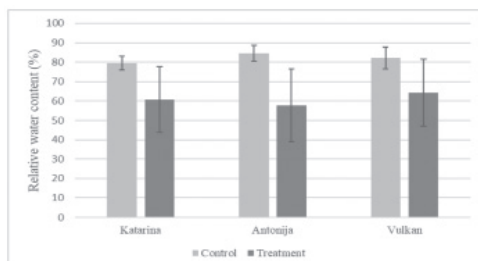
**Table 1.** Analysis of variance for POD, CAT and APX activity, RWC and proline content

MS						
	Df	POD	CAT	APX	RWC	PRO
Genotype (G)	2	77.45 *	0.34 ns	31.26 ns	14.34 ns	1543.11 **
Treatment (T)	1	61.55 *	0.11 ns	137.40 ns	2009.83 **	21382.34 ***
G*T	2	5.92 ns	0.01 ns	148.65 ns	34.95 ns	2183.18 ***
Error	7,8,8,12,6	6.92	0.16	52.17	167.54	65.47

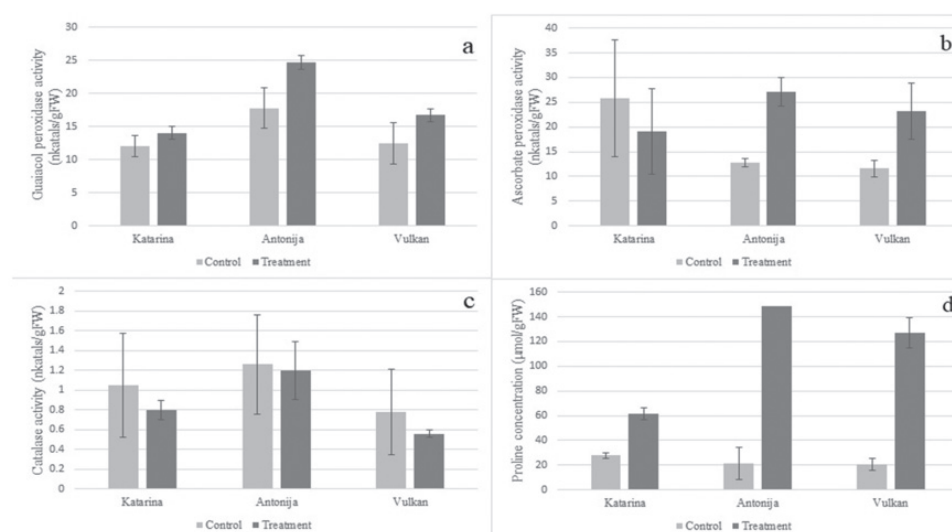
\*\*\*, \*\*, \* = significant at P < 0.001, 0.01 and 0.05, respectively

**Table 2.** Least significant difference for POD, CAT and APX activity, RWC and proline content

LSD						
		POD	CAT	APX	RWC	PRO
Genotype (G)	0.05	4	0.61	10.97	16.29	14.31
	0.01	5.76	0.88	15.96	22.88	21.61
Treatment (T)	0.05	3.46	0.49	9	13.3	11.6
	0.01	5.11	0.72	13.09	18.68	17.51
G*T	0.05	6.05	0.87	15.71	23.04	20.87
	0.01	8.94	1.26	22.86	32.36	31.56



**Graph 1.** Relative water content in flag leaves under two water regimes. Data are means  $\pm$  SE (n=3).



**Graph 2.** Activity of POD (a), APX (b) CAT (c) and proline concentration (d) in leaves of wheat genotypes (Katarina, Antonija and Vulkan) under two water regimes. Data are means  $\pm$  SE (n=2-3).

## Conclusion

In conclusion, all tested genotypes showed the great synthesis of free proline content under water stress, indicated that proline acts like a compatible solute component in mitigating the osmotic stress caused by drought. Based on results of POD and APX activity, and considering a large accumulation of free proline content, Antonija showed better capability to cope with the drought stress in the heading stage, compared to Vulkan and Katarina.

## References

1. Aebi, H. (1984): Catalase in vitro, *Methods in Enzymology* 105, 121-126.
2. Allahverdiyev T. (2015): Effect of drought stress on some physiological traits of durum (*Triticum durum* Desf.) and bread (*Triticum aestivum* L.) wheat genotypes, *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 11 (1), 29-38.
3. Altenbach, S.B., DuPont, F.M., Kothari, K.M., Chan, R., Johnson, E.L., Lieu, D. (2003): Temperature, water and fertilizer influence the timing of key events during grain development in a US spring wheat. *Journal of Cereal Science*, 37, 9-20
4. Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I. D. (1973): Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205–207.



5. Caverzan, A., Casassola, A., Patussi Brammer, S. (2016): Reactive oxygen species and antioxidative enzymes involved in plant tolerance to stress. In: Shanker, A.K., Shanker, C. (eds.), *Abiotic and biotic stress in plants-recent advances and future perspectives*. <http://dx.doi.org/10.5772/61368> (July, 2016).
6. Hasheminasab, H., M.T. Assad, A. Aliakbari, Sahhafi R. (2012): Influence of drought stress on oxidative damage and antioxidant defense systems in tolerant and susceptible wheat genotypes. *The Journal of Agricultural Science*, 4 (8), 20-30.
7. Kadioglu, A., Saruhan, N., Sağlam, A., Terzi, R., Acet, T. (2011): Exogenous salicylic acid alleviates effects of long term drought stress and delays leaf rolling by inducing antioxidant system. *Plant Growth Regulation*, 555 64, 27-37.
8. Lawlor, D.W. and Cornic, G. (2002): Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant, Cell and Environment*, 25, 275–294.
9. Miller, G., Suzuki, N., Ciftci-Yilmaz, S., Mittler, R. (2009): Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. *Plant Cell Environment*, 33, 453-467.
10. Mujtaba, S.M., Summiya, F., Khan, M.A., Mumtaz, A., Barkat, K. (2016): Physiological studies on six wheat (*Triticum Aestivum* L.) genotypes 006 for drought stress tolerance at seedling stage. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal* 1(2), 555-559.
11. NC-IUB. Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry (1978), *European Journal of Biochemistry*, 7, 319-320.
12. Nakano, Y., Asada, K. (1981): Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate - specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant Cell Physiology* 22, 867-880.
13. Saeidi, M., Moradi, F., Abdoli, M. (2017): Impact of drought stress on yield, photosynthesis rate, and sugar alcohols contents in wheat after anthesis in semiarid region of Iran. *Arid. Land Research and Management* 31, 204-218.
14. Siegel, B.Z., Galston, W. (1967): The isoperoxidases of *Pisum sativum*, *Plant Physiology* 42, 221-226.
15. Song, Q., Liua, C., Bachira, D.G., Chena, L., Hu Y. (2017): Drought resistance of new synthetic hexaploid wheat accessions evaluated by multiple traits and antioxidant enzyme activity. *Field Crops Research*, 210, 91-103.
16. Tabarzad, A., Ayoubi, B., Riasat, M., Saed-Moucheshi A., Pessaraki M. (2017): Perusing biochemical antioxidant enzymes as selection criteria under drought stress in wheat varieties, *Journal of Plant Nutrition*, 2413-24203.
17. Xu, D.Q., Huang, J., Guo, S.Q., Yang, X., Bao, Y.M., Tang, H.J., Zhang, H.S. (2008): Overexpression of a TFIIIA-type zinc finger protein gene ZFP252 enhances drought and salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *FEBS Letters* 582, 1037–1043.

## Utjecaj nedostatka vode u klasanju pšenice

### Sažetak

Zbog globalnih klimatskih promjena suša je postala sve češći faktor abiotičkog stresa koji ugrožava rast i razvoj biljaka, čime utječe na kvalitetu i prinos pšenice. Tri genotipa ozime pšenice (Katarina, Antonija, Žitarka) ispitivana su na sušu u fazi klasanja. Genotip Antonija pokazao je najvišu aktivnost gvajakol peroksidaze (POD), askorbat peroksidaze (APX) i sadržaj prolina u tretiranim uzorcima, dok je Katarina pokazala najnižu aktivnost POD-a i inhibiciju APX-a u istim uzorcima, uspoređujući ih sa kontrolnim uzorcima. Različito djelovanje antioksidativnih enzima podrazumijeva različito genetsko porijeklo testiranih genotipova u rješavanju stresa dehidracije. Povećana akumulacija prolina kod nedostatka vode dokazuje njegovu uključenost u proces osmoregulacije.

**Ključne riječi:** pšenica, suša, klasanje, prolina, antioksidativni enzimi

## Utjecaj gustoće sjetve sijačicom udvojenih redova i folijarne prihrane na prinos kukuruza kokičara

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

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: bojans@pfos.hr*

### Sažetak

Dva hibrida kukuruza kokičara (B12139 i B1214) posijani su sijačicom udvojenih redova na pokusalištu Klisa 2017. godine, sa sklopovima od 70 000 i 80 000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Tijekom rasta bili su tretirani s četiri tretmana folijarne prihrane, dodatno na redovitu prihranu granuliranim mineralnim gnojivom: N) kontrola, bez ikakve prihrane; B) mikrobiološko folijarno sredstvo "Condi Agro"; K) mineralno folijarno hranivo "EcoTop Folimax" s makro i mikro elementima; i M) oba tretmana B i K zajedno. Hibrid B12139 imao je nesigifikantno veći prinos od hibrida B1214. Sklop od 80 000 biljaka ha<sup>-1</sup> pokazao se sigifikantno prinosnijim od sklopa sa 70 000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Tretman gnojidbe N bio je sigifikantno nižeg prinosa u odnosu na ostale tretmane. Tretman gnojidbe B bio je sigifikantno nižeg prinosa od tretmana K i M, koji se međusobno nisu sigifikantno razlikovali.

**Ključne riječi:** kukuruz kokičar, sjetva udvojenih redova, gustoća sklopa, folijarna gnojidba

### Uvod

Kukuruz kokičar (*Zea mays* var. *Everta Sturt.*) specijalna je vrsta kukuruza, čije se zrelo zrno prilikom zagrijavanja na 177°C rasprskava, te višestruko povećava volumen izlažući bijeli endokarp zrna, koji je, tako rasprsnut, podsjetio prve konzumente na našim prostorima na "bijelu koku". Kokičar je najvjerojatnije prvi kukuruz kojeg su urođenici oba američka kontinenta upotrijebili u svojoj prehrani, jer ga je bilo dovoljno samo ubaciti u vatru da bi zrna postala "jestiva". Tragovi drevnih civilizacija Južne i Sjeverne Amerike često sadrže i klipove kukuruza kokičara, a neki arheolozi navode da su uspjeli "iskokati" kokičar star preko 5000 godina. Uz to, grnčarija nađena u grobnicama pretkolumbovskih civilizacija u Peruu, osim što je po obliku bila namijenjena kokičanju, također je i sadržavala ostatke kokica (Grobman i sur., 2012.).

Što se tiče nutritivne vrijednosti, kokice su jedan od najboljih grickalica, jer osiguravaju 67% bjelancevine, 110% željeza i istovjetnu količinu kalcija kao i odgovarajuća masa govedine. Prosječni obrok kokica (dakako, bez dodanog ulja i začina) osigurava energije kao i dva jaja; u isto vrijeme, količina zrna dovoljna za normalnu vrećicu kokica osigurava manje kalorija nego polovica grejpfruta. Dodatno, epikarp je bogat vlaknima, te je za probavu gotovo isto tako dobar kao i zobene pahuljice, a također sadrži i vitamine B1 i B2 (NDL, 2016.).

Svjetska procjena proizvodnje kokičara jest preko 500 000 tona godišnje, uz sve veću potražnju ne samo u SAD, koji tradicionalno troši gotovo 4/5 ovih količina, nego i u ostatku svijeta, s tim da

se "utrci za kobicama" ubrzano pridružuju Indija i Kina, dvije najmnogoljudnije nacije današnjice, time kreirajući povećanje tržišta za kokice za više od 8% godišnje, što navodi na razmišljanje o uključivanju što većeg broja hrvatskih farmara u proizvodnju kokičara, budući da je sjeveroistok Hrvatske klimatski gotovo istovjetan s najboljim površinama "kukuruznog pojasa" u SAD-u, gdje se i proizvodi gotovo 9/10 svjetskog kokičara (Hansen, 2012.). Prednost Hrvatske je tim veća, što je na našim poljima zabranjeno uzgajati GMO usjeve (NN 70/2005), što limitira izvoz kokičara iz SAD, Argentine i Australije u EU zbog moguće kontaminacije tijekom preoceanskog transporta. Prosjek na svjetskoj razini je oko 3 t ha<sup>-1</sup> prinosa kokičara, iako novi hibridi mogu dati između 5 i 7 t ha<sup>-1</sup>, pa i više s osiguranim navodnjavanjem (preko 8-9 t ha<sup>-1</sup>) (AgAlumni, 2017.).

Novija rješenja u postizanju visokih prinosa, osim kroz selekciju i oplemenjivanje visokoprinosnih hibrida te navodnjavanje, traže se i u gustoći sklopa, pa tako Liu i sur. (2004.) spominju sklopove kukuruza do 90 tisuća biljaka ha<sup>-1</sup>, a pri čemu ne mora opasti i kvaliteta uroda, što u svojim istraživanjima pokazuju Onur Koca i sur. (2017.), koji kvalitetu ulja i visinu prinosa vežu za genetska svojstva biljke više nego za okolišne utjecaje. Većem broju biljaka kukuruza može se pribjeći i različitim rasporedom samih biljaka u prostoru, ne bi li se smanjila međusobna kompeticija, pa tako Nielsen (1988.), kao i Turgut i sur. (2005.), pokazuju veći urod s rasporedom biljaka u užim redovima (35 cm), dok Grosbach (2008.) u svojim istraživanjima ističe i da zbog boljeg rasporeda vegetacijskog prostora sjetva u užim redovima doprinosi čvršćoj stabljici kukuruza kokičara. Sjetva kukuruza u udvojene redove, tzv. "twin-row", gdje dva sjetvena tijela siju sjeme u "cik-cak" uzorku, pokazuje se sve više kao povoljno rješenje povećanja sklopa i lisne površine, a bez nepoželjne kompeticije kod većine hibrida kukuruza (Robles i sur., 2012.), što rezultira višim prinosima kukuruza (Shapiro i Wortmann, 2006.; Yilmaz i sur., 2008.; Banaj i sur., 2017.).

Povećanu brojnost biljaka mora pratiti i odgovarajuća, povećana gnojidba, no, uslijed mogućih nepovoljnih agroekoloških utjecaja, koji bi spriječili biljke da usvoje hranivo iz tla, rješenje bi mogla biti prihrana folijarnim gnojivima, gdje se primjenjuje smanjena količina hraniva s boljim efektima na rast i razvoj biljaka (Stipešević i sur., 2009., 2011.). Stoga, cilj ovog rada bio je utvrditi kako na urod dva kukuruza kokičara utječe gustoća sklopa u interakciji s folijarnom prihranom biološkim, mineralnim i kombiniranim sredstvima.

## Materijal i metode

Pokus je postavljen na površinama pokušališta Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, u blizini naselja Klisa, tijekom 2017. godine. Tip tla je smeđe eutrično tlo, teksturne oznake "praškasta ilovača" sa sadržajem 3,71% humusa, umjerene razine opskrbljenosti P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (15,58 mg 100 g<sup>-1</sup> tla) i dobrom opskrbljenosti K<sub>2</sub>O (24,29 mg 100 g<sup>-1</sup> tla). Prethodne godine obavljena je obrada tla oranjem na 30 cm dubine, pri čemu je u tlo po hektaru inkorporirano 250 kg NPK 7:20:30 i 150 kg uree (46% N), a pri proljetnom zatvaranju brazde tanjuranjem na 15 cm dodatnih 150 kg NPK 15:15:15 i 200 kg KAN-a (27% N). Za sjetvu kukuruza kokičara bila je korištena sijačica MaterMacc Twin row, s unutarnjim razmakom između sjetvenih tijela od 22 cm, međurednim razmakom od 48 cm i širokom mogućnošću podešavanja sjetvenog razmaka u redu. Površina je posijana 25. travnja 2017. godine. Svaka osnovna eksperimentalna parcelica imala je 10 m<sup>2</sup>. Pokus je postavljen kao split-split-plot dizajn u tri ponavljanja. Glavni tretman bio je Hibrid (B12139 i B1214, kultivari tvrtke Zangger), podtretman Sklop (70000 i 80000 biljaka ha<sup>-1</sup>) i podpodtretman Folijarna gnojidba (N: kontrola, bez ikakve dodatne folijarne prihrane; B: mikrobiološko folijarno sredstvo "Condi Agro", s dvije primjene od po 5 l ha<sup>-1</sup> tekućeg koncentrata u 250 l vode ha<sup>-1</sup>, koji sadrži 25 sojeva bakterija, kvasaca, aktinomiceta i plijesni, koji su izvorno izdvojeni iz preko 80 vrsta korisnih mikroorganizama iz 5 porodica i 10 rodova aerobnih i anaerobnih

vrsta; K: mineralno folijarno hranivo "EcoTop Folimax" s dvije primjene od po 5 l ha<sup>-1</sup> otopljenih u 250 l vode ha<sup>-1</sup>, a koji sadrži N (9,2%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (6%), K<sub>2</sub>O (4,9%), Ca (2,2%), Fe (0,02%), Zn i Mo (>0,01%); i M: oba sredstva B i K aplicirana na tretman). Prije berbe je ustanovljen broj klipova po svakoj parceli. Po 20 klipova kukuruza kokičara sa svake osnovne parcelice bilo je zatim ručno ubrano te okrunjeno, nakon čega je izmjerena vlaga zrna, masa zrna izvagana, te prinos preračunat na 14% vlage zrna.

Vremenske prilike tijekom trajanja pokusa (travanj-listopad 2017.) prikazane su u Tablici 1. U odnosu na višegodišnji prosjek (1961-1990), temperature su bile više za 1,5°C od uobičajenih, s tim da su temperature lipnja, srpnja i kolovoza bile više i do 3°C od prosječnih. Oborina je u promatranom razdoblju bilo ukupno 370 mm, što je svega 21 mm manje od višegodišnjeg prosjeka. Manjak je bio izraženiji jedino u lipnju, no, usjev je imao dovoljno vlage za uspješnu oplodnju.

Statistička obrada podataka obavljena je po split-split-plot analizi varijance, a statističke razlike između tretmana izračunate su putem LSD vrijednosti za razinu vjerojatnosti  $P > 0,05$ .

**Tablica 1:** Temperature (°C) i oborine (mm) za vegetacijsko razdoblje travanj-listopad 2017. godine, meteorološka postaja Osijek-Klisa.

2017	travanj	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	
T (°C)	11,3	17,5	22,4	23,5	23,7	16,1	11,8	$\bar{x}=18,0$
O (mm)	49,7	32,2	45,4	64,0	30,0	80,3	68,7	$\Sigma=370,3$

## Rezultati s raspravom

Rezultati pokusa prikazani su u Tablici 2. Veće razlike u ukupnom prinosu hibrida nisu zamijećene, što je i bilo za očekivati, jer su oba hibrida iz iste grupe dozrijevanja. Razlika u tretmanima sklopa bila je signifikantna, te je gušći sklop ostvario 43% veći prinos.

**Tablica 2:** Utjecaj gustoće sklopa i folijarne gnojidbe na urod (kg ha<sup>-1</sup>) dva hibrida kukuruza kokičara, Klisa, 2017.

Hibrid	B12139		B1214		
Sklop	70000	80000	70000	80000	Prosjek gnojidba
Nula	3633	5540	2597	5640	4353c†
Condi	3661	6152	3647	6296	4939b
EcoTop	4779	6153	5365	6360	5664a
Mix	4941	6333	5641	6567	5871a
	4253b	6045a	4312b	6216a	
Prosjek hibrid	5149a		5264a		
Prosjek sklop	4283b	6130a			

†srednje vrijednosti Hibrida, Sklopa i Gnojidbe označene istim slovom se statistički ne razlikuju na razini signifikantnosti  $P < 0,05$ .

Ovako visoka razlika može se objasniti manjim pritiskom korova na gušći sklop, kao i činjenicom da su povoljni oborinski uvjeti uspješno opskrbili vodom veći broj biljaka u gušćem sklopu. Također, u gušćem sklopu uočeno je češće pojavljivanje dva klipa po stabljici, što je u literaturi otprije poznato kao reakcija na nepovoljne uvjete početnog rasta kukuruza kokičara (Ziegler, 2001.), u što bi se vjerojatno mogao svrstati i gušći sklop. Povoljni oborinski režim bio je dovoljan za podržavanje uspješnog dozrijevanja dva klipa po stabljici, što je u konačnici rezultiralo

višim prinosom. Viši prinos putem većeg sklopa i različitog međusobnog rasporeda kukuruza zabilježili su i drugi autori (Staggenborg i sur., 2001.; Turgut i sur., 2005.; Onur Koca i sur., 2017.; Banaj i sur., 2017.), dok neki nisu uočili razliku u urodu (Liu i sur., 2004.), ili smatraju da dobiveno povećanje prinosa nije dovoljno za ulaganje u novu tehnologiju (Robles i sur., 2012.).

Što se tiče folijarne gnojidbe, oba primijenjena sredstva bila su značajno bolja od kontrole, dok je folijarno mineralno gnojivo bilo statistički bolje u usporedbi s biološkim folijarnim pripravkom. Pozitivne učinke folijarnih gnojiva prikazane su kod brojnih autora (Wittwer i Teubner, 1959.; Bi i Scagel, 2007.; Fernandez i Eichert, 2009.), posebno u raznim fazama rasta biljaka, uslijed jače upojne sposobnosti mladog lišća. Giskin i Efron (1986.) su uočili viši prinos uz upotrebu folijarnih gnojiva u silažnom kukuruzu, dok Hu i sur. (2008.) nisu zabilježili učinak folijarne gnojidbe na kukuruz, uz objašnjenje da je utjecaj izostao zbog povišene zaslanjenosti tla.

### Zaključci

Na osnovu rezultata istraživanja utjecaja hibrida, sklopa i gnojidbe kukuruza kokičara u agroklimatološkim uvjetima lokaliteta Osijek-Klisa tijekom 2017. godine, može se zaključiti da je viši prinos kod oba hibrida utjecaj povećanja sklopa biljaka pomoću sjetve sijačicom udvojenih redova, kao i upotrebe dodatnih sredstava za folijarnu gnojidbu.

### Literatura

1. AgAlumni (2017): 2017 hybrid popcorn performance trials. Ag Alumni seed, Romney, IN, USA. [https://www.agalumniseed.com/files/9t/Trials\\_2017Data.pdf](https://www.agalumniseed.com/files/9t/Trials_2017Data.pdf)
2. Banaj, A., Kurkutović, L., Banaj Đ., Menđušić, I. (2017): Application of MaterMacc twin row - 2 seeder in corn sowing, 10. međunarodni znanstveno-stručni skup "Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša", Vukovar 5.-7. lipnja 2017, 180-186.
3. Bi, G., Scagel, C. (2007). Nitrogen foliar feeding has advantages. *Nurs. Manage Prod.* 23(3), 43–46.
4. Fernández, V., Eichert, T. (2009). Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Crit. Rev. Plant. Sci.* 28, 36–68.
5. Giskin M., Efron Y. (1986). Planting date and foliar fertilization of corn grown for silage and grain under limited moisture. *Agron. J.*, 78, 426–429.
6. Grobman, A., Bonavia, D., Dillehay, T.D., Piperno, D.R., Iriarte, J., Holst, I. (2012): Pre-ceramic maize from Paredones and Huaca Prieta, Peru. *Proceedings of National Academy of Sciences of USA*, 109/5, 1755-1759.
7. Grosbach, J. (2008): The effect of row spacing on the yield and plant growth of popcorn (*Zea mays*). *Cantaurus*, 16, 9-12.
8. Hansen, R. (2012): Popcorn profile. Agricultural Marketing Resource Center. <https://www.agmrc.org/commodities-products/grains-oilseeds/corn-grain/popcorn-profile/>
9. Hu Y., Burucs Z., Schmidhalter U. (2008). Effect of foliar fertilization application on the growth and mineral nutrient content of maize seedlings under drought and salinity. *Soil Science and Plant Nutrition*, 54/1, 133-141.
10. Liu, W., Tollenaar, M., Stewart, G., Deen, W. (2004): Within-Row Plant Spacing Variability Does Not Affect Corn Yield. *Agronomy Journal*, 96, 275-280.
11. NDL (2016): Basic report: 19034, snacks, popcorn, air-popped. National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 slightly revised May, 2016. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
12. Nielsen, R. L. 1988. Influence of hybrids and plant density on grain yield and stalk breakage in corn grown in 15-inch row spacing. *J. Prod. Agric.* 1, 190–195.
13. NN 70 (2005): Zakon o genetski modificiranim organizmima. *Narodne novine*, 70/2005 (1372). 8.6.2005.

14. Onur Koca, Y., Yorulmaz, A., Yavaş, İ., Ünay, A. (2017). The effects of plant density on yield and fatty acid composition of corn oil. *Fresenius Environmental Bulletin*. 26, 7264-7270.
15. Robles, M., Ciampitti, I.A., Vyn, T.J. (2012): Responses of Maize Hybrids to Twin-Row Spatial Arrangement Multiple Plant Densities, *Agronomy Journal*, 104/6, 1747-2012.
16. Shapiro, C.A., Wortmann, C.S. (2006): Corn response to nitrogen rate, row spacing, and plant density in eastern Nebraska. *Agron. J.* 98, 529–535.
17. Staggenborg, S.A., Gorndon, W.B., Martin, V., Fjell, D., Dumler, T., Kilgore, G., Taylor, R. (2001): Narrow row corn production in Kansas. Kansas State University Agriculture Experiment Station and Cooperative Extension Service, 12.
18. Stipešević, B., Brozović, B., Jug, D., Stošić, M., Lévai, L. (2011): The influence of different soil tillage and top-dressing management on post-harvest sown millet. *Növénytermelés* 60, 187-190.
19. Stipešević, B., Stošić, M., Teodorović, B., Jug, I., Jug, D., Šimon, M., Bede, Z., Simić, M. (2009): Comparison of different side-dressings on winter wheat yield. *Journal of Agricultural Sciences* 54(3), 189-196.
20. Turgut, I., Duman, A., Bilgili, U., Acikgoz, E. (2005): Alternate row spacing and plant density effects on forage and dry matter. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191, 146-151.
21. Wittwer S.H., Teubner, F.G. (1959). Foliar absorption of mineral nutrients. *Annual Review of Plant Physiology*, 10: 13–32.
22. Yılmaz, S., Erayman, M., Gozubenli, H., Can, E. (2008): Twin or narrow-row planting patterns versus conventional planting in forage maize production in Eastern Mediterranean. *Cereal Res. Commun.* 36, 189–199.
23. Ziegler, K.E. (2001): Popcorn. Chapter 7 in *Specialty corns*, 2nd edition. ed. by Hallauer, A.R., CRC Press, p 467.

## Impact crop density seeded by twin-row seeder and foliar fertilization at popcorn maize yield

### Abstract

Two popcorn maize hybrids (B12139 and B1214) were sown by twin-row seeder at experimental site Klisa in year 2017, with crop densities 70 000 and 80 000 plants ha<sup>-1</sup>. During the growth crop was treated with four foliar fertilizer treatments, additionally with regular side-dressing by granular mineral fertilizer: N) control, no side-dressing; B) microbiological foliar "Condi Agro"; K) mineral foliar fertilizer "EcoTop Folimax" with macro and micro nutrients; and M) both treatments B and K applied together. Hybrid B12139 had insignificantly higher yield than hybrid B1214. Crop density of 80 000 plants ha<sup>-1</sup> appeared as significantly better yield wise than crop density of 70.000 plants ha<sup>-1</sup>. Fertilization treatment N had significantly lower yield in comparison with other treatments. Fertilization treatment B had significantly lower yield in comparison with treatments K and M, which were not different between themselves.

**Key words:** popcorn maize, twin-row seeding, crop density, foliar fertilization

## Utjecaj konzervacijske obrade tla i gnojidbe dušikom na prinos kukuruza i pšenice

Danijel Jug, Irena Jug, Boris Đurđević, Bojana Brozović, Vesna Vukadinović,  
Marijan Dragičević, Antonio Tolić, Igor Ribarić

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1,  
Osijek, Hrvatska, e-mail: djug@pfos.hr*

### Sažetak

Istraživanja na kukuruza i ozimoj pšenici, provedena tijekom dvije vegetacijske godine u istočnoj Slavoniji, za cilj su imala utvrditi utjecaj konzervacijskih sustava obrade tla i gnojidbe dušikom na visinu poljoprivrednog i biološkog prinosa te na žetveni indeks, u odnosu na konvencionalni sustav obrade. Primjenom konzervacijskih sustava obrade tla u uzgoju ozime pšenice i kukuruza ostvareni su ujednačeni prinosi (osim na no-till tretmanu u uzgoju kukuruza gdje je izmjeren značajno niži prinos) koji se nisu razlikovali u odnosu na konvencionalni sustav obrade tla. Gnojidba dušikom značajno je utjecala na sve ispitivane pokazatelje produktivnosti istraživanih usjeva, osim na žetveni indeks kukuruza. Razlike u visini poljoprivrednog i biološkog prinosa kod pšenice i kukuruza na tretmanima optimalne i prekomjerne gnojidbe nisu bile značajne, dok su na tretmanu s reduciranom gnojidbom izmjerene značajno niže vrijednosti. Dobiveni rezultati ukazuju na mogućnost potpune zamjene konvencionalnih sustava obrade tla u uzgoju kukuruza i ozime pšenice nekim od konzervacijskih sustava čime se smanjuje degradacija tla uz ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa.

**Cljučne riječi:** konzervacijska obrada tla, gnojidba dušikom, prinos, kukuruz, ozima pšenica

### Uvod

Obrada tla je jedan od osnovnih agrotehničkih zahvata u uzgoju usjeva zbog utjecaja na svojstva tla, okoliš i rast biljaka (Sharma i sur., 2011.). Jug i sur. (2014.) istraživali su mogućnost primjene reduciranih sustava obrade tla u uzgoju glavnih ratarskih usjeva istočne Slavonije pri nepovoljnim vremenskim prilikama, a prvenstveno s aspekta nedostatka ili suviška vode. Navedeni autori su utvrdili kako je kukuruz imao najizraženiju reakciju na ekstremno sušne uvjete u ovisnosti o sustavu obrade tla, dok je ozima pšenica najslabije reagirala na nepovoljne klimatske prilike, s vrlo ujednačenim urodima na istraživanim sustavima obrade tla. Primjenom odgovarajućih sustava obrade tla, posebice konzervacijskih, postiže se bolje skladištenje vode u tlu (Jug i sur., 2017.), smanjuje se erozija i zbijenost tla (Moreno i sur., 2001.). Različite studije ukazuju na ekološke benefite i brojne ekonomske prednosti koje su prisutne primjenom konzervacijske obrade tla (Fischer i sur., 2002.; Bueno i sur., 2006.). Reakcija usjeva na konzervacijsku obradu različita je ovisno o vrsti usjeva, klimatskim prilikama agroekološkog područja, tipu tla, itd. Gnojidba dušikom je neizostavna agrotehnička mjera za postizanje visokih i uravnoteženih prinosa te predstavlja ključni čimbenik u održivoj biljnoj proizvodnji. Kod prekomjerne gnojidbe dušikom kao i neadekvatne primjene dušičnih gnojiva, često dolazi do onečišćenja okoliša. U uvjetima povećane vlažnosti u tlu, mineralni se dušik lako ispire iz tla zbog svoje brze transformacije u nitratni oblik koji zajedno s vodom dospijevaju u

podzemnu vodu čime postaje trajno izgubljen za biljku, a s druge strane dovodi do onečišćena okoliša. Ukoliko prevladavaju sušni uvjeti, mogući su gubici dušika volatizacijom. Optimizacija gnojidbe usjeva dušikom u konzervacijskoj poljoprivredi, predstavlja važan čimbenik s aspekta očuvanja prinosa i okoliša. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj različitih konzervacijskih sustava obrade tla i različitih gnojidbenih doza dušika na varijabilnost prinosa ozime pšenice i kukuruza.

### Materijal i metode

Istraživanja na kukuruзу i ozimoj pšenici provedena su tijekom tehnološke 2012./2013. (kukuruz) odnosno 2013./2014. (pšenica) godine, na lokalitetu Magadenovac, (18.70648 E; 45.55555 N) na hidromorfnom tlu (močvarno glejno tlo). Hibrid kukuruza bio je PR36V52, (FAO skupine 450), a sorta ozime pšenice "Lucija" (kreacija Poljoprivrednog instituta u Osijeku). Zaštita protiv korova bila je ujednačena za sve varijante obrade tla i gnojidbe. Gnojidba fosforom i kalijem (prema gnojidbenoj preporuci na osnovu analize tla – Tablica 1.) je bila ujednačena za sve tretmane obrade i iznosila je za kukuruz: 140 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> i 151 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> dok je gnojidba dušikom, ovisno o gnojidbenom tretmanu, iznosila za G1 – 147 kg N ha<sup>-1</sup>, za G2 – 210 kg N ha<sup>-1</sup> i za G3 – 273 kg N ha<sup>-1</sup>. Gnojidba pšenice iznosila je: 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> i 35 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> te za G1 – 95 kg N ha<sup>-1</sup>, G2 – 135 kg N ha<sup>-1</sup> i G3 – 175 kg N ha<sup>-1</sup>. Tretmani obrade (TO) obuhvaćali su 4 konzervacijska sustava i jedan konvencionalni sustav obrade tla: CT – konvencionalna obrada: oranje na dubinu 25-30 cm, tanjuranje 2x, predstjetvena priprema sjetvospremačem 1x, sjetva; SS – podrivanje: podrivanje na dubinu 45-50 cm, tanjuranje 2x, predstjetvena priprema sjetvospremačem 1x, sjetva, CH – rahljenje: rahljenje na dubinu 25-30 cm, tanjuranje 2x, predstjetvena priprema sjetvospremačem 1x, sjetva, DH – tanjuranje: tanjuranje na dubinu 20-25 cm 2x, predstjetvena priprema sjetvospremačem 1x, sjetva, NT – izostavljena obrada: direktna sjetva bez obrade tla.

Tablica 1. Kemijski sastav tla

pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg 100 g <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O mg 100 g <sup>-1</sup>	Humus (%)	Hy (cmol kg <sup>-1</sup> )
5,29	4,27	17,2	22,7	1,35	4,4

Veličina osnovne parcele obrade tla iznosila je 600 m<sup>2</sup> (20m x 30m), dok je veličina osnovne parcele gnojidbenog tretmana iznosila 200 m<sup>2</sup> (6,7m x 30m). Pokus je izveden u četiri ponavljanja sa slučajnim rasporedom parcela. Biološki i poljoprivredni prinos (preračunat na 14% vlage u zrnu) izmjeren je na svakoj obračunskoj parceli Schran elektroničkom prijenosnom vagom te izražen u t ha<sup>-1</sup>. Žetveni indeks izračunat je kao postotni udio poljoprivrednog prinosa u biološkom prinosu. Svi podatci statistički su obrađeni računalnim programom Statistica 10.

### Rezultati i rasprava

Na temelju podataka dobivenih od DHMZ-a (Državnog hidrometeorološkog zavoda), razvidno je kako su vremenske prilike tijekom razdoblja istraživanja bile vrlo promjenjive, s iznad prosječnim temperaturama zraka i iznad prosječnim količinama oborina za istraživano područje (Tablica 2.).

Izmjenjivanje izrazito vlažnih i izrazito sušnih razdoblja nastavljalo se tijekom cijele vegetacije kukuruza (2013. godina), kao i tijekom većeg dijela vegetacije ozime pšenice (2014. godina). Takvi specifični temperaturni i oborinski ekstremi nisu uobičajeni na ovom području. Tako je bilo primjerice razdoblje tijekom kojih je površina tla do dubine desetak centimetara bila izrazito suha i tvrda, a istovremeno ispod te dubine tlo je bilo raskvašeno i mokro. Lošiji vremenski uvjeti zabilježeni su tijekom vegetacije ozime pšenice, a posebice su bile izražene iznadprosječne temperature zraka tijekom razdoblja mirovanja usjeva, kao i u rano proljeće.



**Tablica 2.** Vremenske prilike tijekom razdoblja istraživanja 2013.-2014. i višegodišnji prosjeci na lokalitetu istraživanja Magadenovac

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ/X
Srednje mjesečne i godišnje količine oborina tijekom razdoblja istraživanja (mm)													
1984-2012	50	39	46	57	68	86	63	66	69	61	65	56	726
2013	62	112	113	46	113	54	15	73	97	29	67	1	781
2014	52	76	25	69	139	62	82	83	119	143	24	68	942
Srednje mjesečne i godišnje temperature zraka tijekom razdoblja istraživanja (°C)													
1984-2012	0,3	1,8	6,5	12,0	17,0	20,3	22,3	21,8	16,9	11,6	5,9	1,3	11,5
2013	2,0	2,8	4,9	13,3	17,0	19,9	23,3	22,8	15,6	13,3	7,6	1,8	12,0
2014	3,6	5,2	9,8	13,2	15,7	20,4	22,0	20,4	16,7	12,9	7,5	1,9	12,4

Izvor podataka: DHMZ

Na visinu prinosa pšenice, koja je u prosjeku iznosila 6,53 t ha<sup>-1</sup>, statistički je vrlo značajno utjecala gnojidba dušikom ( $F = 85,59^{**}$ ) što je u skladu s istraživanjima Jug i sur. (2010.). Razlike u visini prinosa između G2 i G3 tretmana gnojidbe dušikom statistički nisu bile značajne. Visina prinosa ostvarena na G1 tretmanu bila je značajno manja (37 – 43%) u odnosu na prinose ostvarene na G2 i G3 tretmanima (Tablica 3.). Utjecaj obrade tla na visinu prinosa, koja se kretala od 6,42 t ha<sup>-1</sup> na tretmanu direktne sjetve do 7,47 t ha<sup>-1</sup> na tretmanu podririvanja, statistički nije bio značajan što je u skladu s istraživanjima Jug i sur. (2011.). Habbib i sur. (2017.) su utvrdili da pet godina nakon prelaska s konvencionalnog na no-till sustav, visina prinosa pšenice ostaje stabilna, a De Vita i sur. (2007.) ističu da su prednosti direktne sjetve vidljive tek u suhim klimatskim područjima ili tijekom sušnih godina s nedostatkom oborina. Feng i sur. (2014.) u svom istraživanju preporučuju primjenu reduciranih sustava obrade i reducirane gnojidbe dušikom (za 25%) u uzgoju pšenice i kukuruza u održivoj proizvodnji.

**Tablica 3.** Poljoprivredni prinos, biološki prinos i žetveni indeks pšenice pri različitim sustavima obrade tla i gnojidbi dušikom

TO	prinos (t ha <sup>-1</sup> )			$\bar{X}$	biološki prinos (t ha <sup>-1</sup> )			$\bar{X}$	Žetveni indeks (%)			$\bar{X}$
	G1	G2	G3		G1	G2	G3		G1	G2	G3	
CT	4,86	6,40	6,82	6,03	11,55	13,91	14,26	13,24 <sup>bc</sup>	41,63	45,84	47,59	45,02
SS	5,84	7,39	9,19	7,47	13,33	15,28	20,12	16,24 <sup>a</sup>	43,71	48,34	45,73	45,93
CH	3,53	6,24	6,45	5,41	8,25	12,37	14,29	11,64 <sup>c</sup>	43,00	50,47	45,14	46,20
DH	4,34	9,11	8,53	7,33	9,55	19,09	14,70	14,45 <sup>ab</sup>	45,47	47,60	57,47	50,18
NT	3,91	6,74	8,63	6,43	8,17	14,22	17,82	13,40 <sup>bc</sup>	47,62	47,44	48,26	47,77
$\bar{X}$	4,50 <sup>b</sup>	7,18 <sup>a</sup>	7,92 <sup>a</sup>	<b>6,53</b>	10,17 <sup>b</sup>	14,98 <sup>a</sup>	16,24 <sup>a</sup>	<b>13,79</b>	44,29 <sup>b</sup>	47,94 <sup>a</sup>	48,84 <sup>a</sup>	<b>47,02</b>

razlike u vrijednostima označenim istim slovom statistički nisu opravdane za  $p < 0,05$

Analizom varijance utvrđena je značajna interakcija između tretmana obrade tla i gnojidbe dušikom. Prosječna visina biološkog prinosa pšenice iznosila je 13,79 t ha<sup>-1</sup> i bila je pod vrlo značajnim utjecajem gnojidbenog tretmana ( $F = 138,90^{**}$ ) i značajnim utjecajem obrade tla ( $F = 5,50^*$ ). Najveći biološki prinos izmjeren je na G3 tretmanu gnojidbe, a najmanji na G1 što potvrđuju istraživanja Habbib i sur. (2017.). Razlike u visini biološkog prinosa pšenice između G2 i G3 tretmana statistički nisu bile značajne, dok je visina biološkog prinosa na G1 tretmanu bila statistički značajno manja (od 32% do 37%) u odnosu na ostale gnojidbene tretmane.

Najveći biološki prinos izmjeren je na SS tretmanu obrade tla (16,24 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji na CH (11,64 t ha<sup>-1</sup>). Visina biološkog prinosa pšenice na SS varijanti obrade bila je statistički značajno veća u odnosu na CT, CH i NT varijante obrade tla dok razlika u odnosu na DH tretman obrade statistički nije bila opravdana (Tablica 3.). Visina biološkog prinosa pšenice na DH tretmanu obrade bila je statistički značajno veća samo u odnosu na CT i NT tretmane obrade tla, dok je razlika između DH i CH statistički bila bez značaja. Navedeno je u skladu s istraživanjima koja su proveli Jug i sur. (2006.). Utvrđena je vrlo značajna interakcija između tretmana obrade tla i gnojidbe dušikom (F = 13,06\*\*). Na žetveni indeks vrlo značajno je utjecao tretman gnojidbe (F = 6,03\*\*), dok utjecaj obrade tla nije bio statistički značajan. Prosječna vrijednost žetvenog indeksa iznosila je 47,02 % što je u skladu s istraživanjima Dai i sur., (2016.). Najmanji žetveni indeks zabilježen je na G1 gnojidbenom tretmanu i bio je statistički značajno manji u odnosu na vrijednosti žetvenog indeksa na G3 i G2 tretmanu, koji se međusobno nisu statistički značajno razlikovali (Tablica 3.).

Tijekom najosjetljivije faze razvoja kukuruza prema potrebi za vodom, odnosno razdoblja metličenja i svilanja, sušna i vlažna razdoblja izmjenjivala su se vrlo često, a kukuruz nije oskudijevao u vodi. Zbog te činjenice oplodnja je kukuruza bila kvalitetna i na zadovoljavajućoj razini, što se u konačnici odrazilo na prinos zrna kukuruza. Poljoprivredni prinos kukuruza u prosjeku je iznosio 13,47 t ha<sup>-1</sup>. Analizom varijance je utvrđen vrlo značajan utjecaj obrade tla (F = 10,00\*\*) i gnojidbe dušikom (F = 6,84\*\*) na visinu prinosa. Najveći prinos ostvaren je na SS varijanti obrade, a najmanji na NT varijanti (Tablica 4.) gdje je visina prinosa bila statistički značajno manja u odnosu na ostale varijante obrade tla.

**Tablica 4.** Poljoprivredni prinos, biološki prinos i žetveni indeks kukuruza pri različitim sustavima obrade tla i gnojidbi dušikom

TO	prinos (t ha <sup>-1</sup> )			$\bar{x}$	biološki prinos (t ha <sup>-1</sup> )			$\bar{x}$	Žetveni indeks (%)			$\bar{x}$
	G1	G2	G3		G1	G2	G3		G1	G2	G3	
CT	12,03	17,08	14,74	14,62 <sup>a</sup>	44,52	62,02	53,55	53,36 <sup>a</sup>	26,93	27,47	27,53	27,31
SS	13,88	17,28	14,56	15,24 <sup>a</sup>	53,74	60,34	55,04	56,37 <sup>a</sup>	26,10	28,57	26,43	27,03
CH	11,49	14,23	16,41	14,04 <sup>a</sup>	43,56	56,57	66,04	55,39 <sup>a</sup>	26,80	25,20	24,83	25,61
DH	11,75	15,07	15,71	14,18 <sup>a</sup>	45,39	58,09	58,70	54,06 <sup>a</sup>	25,73	25,97	26,83	26,18
NT	9,72	9,20	8,83	9,25 <sup>b</sup>	36,79	35,49	32,43	35,57 <sup>b</sup>	25,10	26,27	27,10	26,16
$\bar{x}$	11,77 <sup>b</sup>	14,57 <sup>a</sup>	14,05 <sup>a</sup>	<b>13,47</b>	45,20 <sup>b</sup>	54,50 <sup>a</sup>	53,15 <sup>a</sup>	<b>50,95</b>	26,13	26,69	26,55	<b>26,46</b>

razlike u vrijednostima označenim istim slovom statistički nisu opravdane za  $p < 0,05$

Dobiveni rezultati su u skladu s istraživanjima Košutića i sur. (2005.) gdje su najveći prinosi ostvareni na konzervacijskoj obradi, a najmanji na no-till-u. Mafongoya i sur. (2016.) i Jug i sur. (2007.) su u svojim istraživanjima utjecaja obrade na prinos kukuruza utvrdili kako su prinosi na NT varijanti statistički značajno niži u odnosu na konvencionalnu obradu, dok Lal (1997.) na višegodišnjim pokusima, zaključuje kako kukuruz postiže značajno više prinose na no-till tretmanu u odnosu na tretman obrade oranjem. Razlika u visini prinosa kukuruza na gnojidbenim tretmanima G2 i G3 statistički nije bila opravdana, dok su u odnosu na G1 tretman te razlike bile značajne (Tablica 4.).

Biološki prinos je značajno varirao pod utjecajem obrade tla (F = 11,30\*\*) i gnojidbe dušikom (F = 6,17\*) i u prosjeku je iznosio 50,95 t ha<sup>-1</sup>. Na tretmanu NT kukuruz je ostvario najmanji biološki prinos (statistički značajno manji od ostalih tretmana obrade) što potvrđuju i brojna istraživanja uzgoja kukuruza no-till sustavom (Ahmad i sur., 2010.; Kwesiga i sur., 1995.; Sileshi i sur., 2006.; Arora i sur., 1991.; Archarya i Sharma, 1994.). Razlike između ostalih tretmana obrade tla

nisu bile značajne. Reducirana gnojidba kukuruza rezultirala je sniženim prinosom (Tablica 4.) dok između G2 i G3 tretmana nije bilo statistički značajne razlike. Na variranje žetvenog indeksa, koji je u prosjeku iznosio 26,46%, nije utjecao niti jedan tretman (obrade i gnojidbe) što je u skladu s istraživanjima Shahzad i sur. (2015.).

### Zaključak

Primjenom konzervacijskih sustava obrade tla u uzgoju ozime pšenice i kukuruza ostvareni su ujednačeni prinosi (osim na no-till tretmanu u uzgoju kukuruza gdje je izmjeren značajno niži prinos) koji se nisu razlikovali u odnosu na konvencionalni sustav obrade tla. Gnojidba dušikom značajno je utjecala na sve ispitivane pokazatelje produktivnosti ispitivanih usjeva, osim na žetveni indeks kukuruza. Razlike u visini poljoprivrednog i biološkog prinosa kod pšenice i kukuruza na tretmanima optimalne i prekomjerne gnojidbe nisu bile značajne, dok su na tretmanu s reduciranom gnojidbom izmjerene značajno niže vrijednosti. Dobiveni rezultati ukazuju na mogućnost potpune zamjene konvencionalnih sustava biljne proizvodnje nekim od konzervacijskih sustava čime se smanjuje degradacija tla uz ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa.

### Literatura

1. Acharya, C.L., Sharma, P.D. (1994): Tillage and mulch effects on soil physical environment, root growth, nutrient uptake and yield of maize and wheat on an Alfisol in north-west India. *Soil and Tillage Research*, 32(4), 291-302. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-1987\(94\)00425-E](http://dx.doi.org/10.1016/0167-1987(94)00425-E).
2. Ahmad, I., Tariq Jan, M., Arif, M. (2010): Tillage and nitrogen management impact on maize, *Sarhad J. Agric.* Vol.26, No.2, p 157-167.
3. wArora, V.K., Gajri, P.R., Prihar, S.S. (1991): Tillage effects on corn in sandy soils in relation to water retentivity, nutrient and water management, and seasonal evaporativity. *Soil and Tillage Research*, 21(1), 1-21. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-1987\(91\)90002-F](http://dx.doi.org/10.1016/0167-1987(91)90002-F).
4. Dai, J., Bean, B., Brown, B., Bruening, W., Edwards, J., Flowers, M., Karow, R., Lee, C., Morgan, G., Ottman, M., Ransom, J., Wiersma, J. (2016): Harvest index and straw yield of five classes of wheat. *Elsevier. Biomass and Bioenergy*, vol. 85, pp 223-227.
5. De Vita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Fonzo, N., Pisante, M. (2007): No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil. Till. Res.*, 92: 69-78.
6. Feng, Y., Ning, T., Li, Z., Han, B., Han, H., Li, Y., Sun, T., Zhang, X. (2014): Effects of tillage practices and rate of nitrogen fertilization on crop yield and soil carbon and nitrogen. *Plant Soil Environ.*, 3: 100-104.
7. Habbib, H., Hirel, B., Verzeaux, J., Roger, D., Lacoux, J., Lea, P., Dubois, F., Tétu, T. (2017): Investigating the combined effect of tillage, nitrogen fertilization and cover crops on nitrogen use efficiency in winter wheat. *Agronomy*, 7, 66, p 5-15.
8. Jug D., Jug I., Vukadinović V., Đurđević B., Stipešević B., Brozović B. (2017): Konzervacijska obrada tla kao mjera ublažavanja klimatskih promjena. Sveučilišni priručnik. Hrvatsko društvo za proučavanje obrade tala (HDPOT), Osijek, Hrvatska.
9. Jug, D., Jug, I., Šimić, M., Stošić, M., Brozović, B., Šeput, M., Markasović Hasanec, V., Dumanović, Z. (2010): Influence of reduced soil tillage and nitrogen fertilization on yield and yield components of winter wheat. *Proceedings & abstract of the 3rd International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection*, Vukovar, Croatia, 31. May-2 June 2010. Osječki list d.o.o., 2010. str. 123-128.
10. Jug, D., Komljenović, I., Jug, I., Birkas, M., Vukadinović, V., Marković, M., Đurđević, B., Stipešević, B., Brozović, B., Knežević, Š., Kotorac, F. (2014): Prilagodba sustava obrade tla nepovoljnim vremenskim prilikama. *Proceedings & abstracts of 7th international scientific/professional conference Agriculture in Nature and Environment Protection*, 28-30. May 2014., Vukovar, Croatia. Glas Slavonije d.d., Osijek, 2014. str. 168-173.
11. Jug, D., Stipešević, B., Jug, I., Samota, D., Vukadinović, V. (2007): Influence of different soil tillage systems on yield of maize. *Cereal Research Communications*. 35/2-1:557-560.

12. Jug, D., Stipesevic, B., Zucec, I. (2006): Effects of conventional and reduced tillage systems in winter wheat – soybean crop rotation on crops biomass development. *Cereal Research Communications*, 34(2-3): 1137-1143.
13. Jug, I., Jug, D., Sabo, M., Stipešević, B., Stošić, M., (2011): Winter wheat yields and yield components as affected by soil tillage systems. *Turk. J. Agric. For.*, 35: 1-7.
14. Košutić, S., Filipović, d., Gospodarić, z., Husnjak, s., Kovačev, I., Čopec, K. (2005): Effects of different soil tillage systems on yield of maize, winter wheat and soybean on albic luvisol in north-west slavonia, *JCEA 6 (3)*, 241-248.
15. Kwesiga, F., Phiri, D., Mwanza, S., Simwanza, P.C. (1995): Zambia/ICRAF Agroforestry Research Project. Annual Report. Chipata, Zambia. 80.
16. Lal R. (1997): Long-term tillage and maize monoculture effects on a tropical Alfisol in western Nigeria. I. Crop yield and soil physical properties. *Soil and Tillage Research*, 42: 145–160.
17. Mafongoya, P., Jiri, O., Phophi, M. (2016): Evaluation of tillage practices for maize (*Zea mays* L.) grown on different land-use systems in eastern Zambia. *Sustainable Agriculture Research* 5(1), 10–23.
18. Moreno, F., Murillo, J.M., Pelegrin, F., Fernandez, J.E. (2001): Conservation and traditional tillage in years with lower and higher precipitation than the average (south-west Spain). In: García-Torres, L., Benites, J., Martínez-Vilela, A. (Eds.), *Conservation Agriculture, A Worldwide Challenge*. ECAF, FAO, Cordoba, Spain, pp. 591–595.
19. Shahzad, K., Khan, A., Smith, J., Saeed, M., Khan, S.A. (2015): Response of maize to different nitrogen sources and tillage systems under humid subtropical conditions. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 25(1), Page: 189-197, ISSN: 1018-7081.
20. Sharma, P., Abrol, V., Sharma, R.K. (2011): Impact of tillage and mulch management on economics energy requirement and crop performance in maize–wheat rotation in rainfed subhumid inceptisols, India. *Eur. J. Agron.* 34, 46–51.
21. Sileshi, G., Kuntashula, E., Mafongoya, P.L. (2006): Effects of improved fallows on weed infestation in maize in eastern Zambia. *Zambian Journal of Agricultural Science*, 8, 6-12.

## Influence of conservation soil tillage and nitrogen fertilization on yields of maize and winter wheat

### Abstract

Field experiments with maize and winter wheat, were set up through two vegetation years in eastern Slavonia, with main goal to investigate influence of conservation soil tillage and nitrogen fertilization on agricultural and biological yield and harvest index in comparison with conventional soil tillage. With application of conservation soil tillage in production of maize and winter wheat there were achieved stable yields without any statistical differences in comparison with conventional soil tillage (except on no-till treatment for maize where yield was statistical lower than in conventional soil tillage). Nitrogen fertilization significantly influenced all of the investigated productivity indicators except the harvest index of maize. Differences in agricultural and biological yield for maize and winter wheat between optimal and excessive nitrogen fertilization were not statistical significant, while on treatment with reduced nitrogen fertilization there were measured significantly lower values. The obtained results indicate the possibility of complete replacement of conventional soil tillage systems in production of maize and winter wheat by some of conservation soil tillage treatments which reduce soil degradation and achieving high and stable yields.

**Key words:** conservation soil tillage, nitrogen fertilization, yield, maize, winter wheat

## Procjena pogodnosti različitih biljnih vrsta kao ozimih pokrovnih usjeva

Bojana Brozović, Bojan Stipešević, Danijel Jug, Irena Jug,  
Boris Đurđević, Vesna Vukadinović, Marina Lucić

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1,  
Osijek, Hrvatska, e-mail: bojana.brozovic@pfos.hr*

### Sažetak

Cilj dvogodišnjeg istraživanja (2008./2009. – 2009./2010.) provedenog u Istočnoj Hrvatskoj bio je procijeniti pogodnost ozime pšenice – P (*Triticum aestivum* L.), raži - R (*Secale cereale* L.), facelije – F (*Phacelia tanacetifolia* L.), stočnog graška – Sg (*Pisum arvense* L.) i ozime grahorice – Vic (*Vicia villosa* L.) kao ozimih pokrovnih usjeva u poljskom pokusu koji je postavljen kao potpuno slučajni blok raspored u četiri ponavljanja. Pogodnost biljnih vrsta procijenjena je utvrđivanjem sklopa, nadzemne biomase i sadržaja usvojenog dušika u biljkama. Najpogodnijim biljnim vrstama koje se mogu koristiti kao ozimi pokrovni usjevi pokazale su se ozima pšenica s najvećim ostvarenim sklopom biljaka (542 m<sup>-2</sup>) što je čini pogodnom kulturom za brzu i učinkovitu pokrovnost tla, raž s najvećom ostvarenom nadzemnom biomasom (445 g m<sup>-2</sup>ST) u svrhu inkorporacije što veće količine organske tvari u tlo i ozima grahorica s najvećim sadržajem usvojenog dušika (13,22 g m<sup>-2</sup>) čime pridonosi povećanju sadržaja ovog hraniva u tlu.

**Cljučne riječi:** različite kulture, mogućnosti upotrebe, pokrovni usjevi

### Uvod

Pokrovni usjevi uvode se u plodored zbog povećanja održivosti i bioraznolikosti sustava biljne proizvodnje, održavanja ili poboljšavanja plodnosti tla te bi trebali biti njegova redovna sastavnica (Rosa, 2015.; Fageria i sur., 2007.). Primarna uloga pokrovnih usjeva je prekrivanje površine tla što je osobito značajno u razdoblju između uzgoja dviju glavnih kultura. Pokrovni usjevi štite tlo od erozije vjetrom i vodom (Ryder i Fares, 2008.), pridonose konzervaciji vode i hraniva u tlu (Sorensen, 2004.), a izravnom kompeticijom za osnovne resurse (voda, svjetlost, hranivo i vegetacijski prostor) pozitivno utječu na smanjenje zakorovljenosti (Fisk i sur., 2001.; Brozović i sur., 2014.). Inkorporacijom pokrovnih usjeva održava se ili povećava razina organske tvari u tlu, akumulira dušik i sprečava njegov gubitak ispiranjem (Sanchez i sur., 2001.), te poboljšavaju fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla (Miko i sur., 2007.). Kao ozimi pokrovni usjevi mogu se koristiti različite biljne vrste. Leguminozni usjevi koriste se kao izvor dušika za narednu kulturu (Guldan i sur., 1996.) dok se trave koriste uglavnom u svrhu sprečavanja ispiranja dušika i kontrolu erozije (Meisinger i sur., 1991.). Količine usvojenog dušika na raspolaganju su narednoj kulturi nakon inkorporacije i razgradnje nadzemne mase ozimih pokrovnih usjeva (Holderbaum i sur., 1990.). Odabir biljnih vrsta temelji se na određenim uzgojnim karakteristikama koje se odnose na otpornost na niske temperature, brzu i laganu uspostavu što omogućuje dulje trajanje vegetacije i stvaranje veće količine biomase i fiksacije dušika (Abdul-Baki, 1997.). Ujednačeno i

brzo nicanje, te razvoj dovoljne količine nadzemne biomase kasnije u vegetaciji, uvjetuje učinkovitiju pokrovnost tla, bolju kompeticiju s korovima ali i veće količine akumuliranih hraniva i organske tvari. Za ovo istraživanje odabrane su ozima pšenica, raž i facelija kao neleguminozne kulture, i leguminoze, ozima grahorica i stočni grašak s ciljem utvrđivanja pogodnosti pojedinih biljnih vrsta kao ozimih pokrovnih usjeva kroz utvrđivanje ostvarenog sklopa, nadzemne biomase i sadržaja akumuliranog dušika u biljnoj tvari.

### Materijal i metode rada

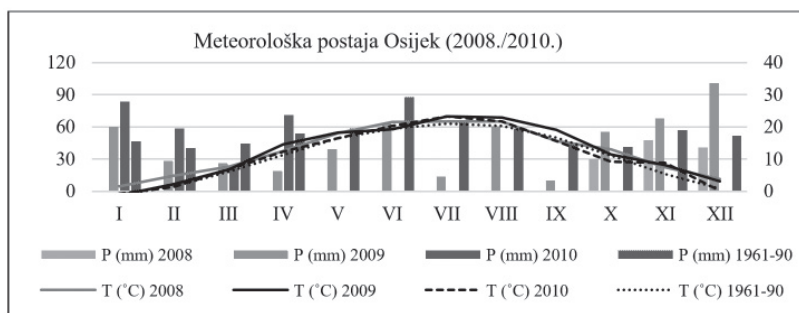
Poljski pokus postavljen je u jesen 2008. godine na lesiviranom tlu Istočne Hrvatske (45°38' 46, 52" N / 18°23' 32,73" E) kao potpuno slučajni blok raspored u 4 ponavljanja s osnovnom parcelicom veličine 56,25 m<sup>2</sup>. Korišteno je 5 tretmana ozimih pokrovnih usjeva: 1. R - ozima raž (*Secale cereale* L.), 2. P - ozima pšenica (*Triticum aestivum* L.), 3. F – facelija (*Phacelia tanacetifolia* L.), 4. Vic - ozima grahorica (*Vicia villosa* L.) i 5. Sg – stočni grašak (*Pisum arvense* L.) (Tablica 1.). Istraživanje je započelo ručnom sjetvom navedenih usjeva u žetvene ostatke soje zatanjurane teškom tanjuračom tipa „TT – Tara“ krajem listopada 2008. i 2009. godine (period između žetve soje i sjetve kukuruza kokičara). Sklop biljaka utvrđen je sredinom ožujka u obje godine istraživanja prebrojavanjem svih biljaka na površini od 0,25 m<sup>2</sup> na 4 slučajno odabrana mjesta u svakoj pokusnoj parcelici. Broj biljaka izražen je na površinu od 1 m<sup>2</sup>. Početkom svibnja, netom prije inkorporacije u tlo, biljke u fazi punog porasta odrezane su na visini 1-2 cm od tla, izvagane i prikupljene u papirnate vrećice, nakon čega su sušene u laboratorijskom sušioniku na temperaturi od 60 °C tijekom 48h u svrhu utvrđivanja nadzemne biomase. Nakon hlađenja izvagane su na laboratorijskoj vagi. Uzorci biljnog materijala razoreni su smjesom kiselina i vodikovim peroksidom, a koncentracija dušika u biljnom materijalu izmjerena je destilacijom, a izražena po jedinici površine u g m<sup>-2</sup> (Đurđević, 2014.). Statistička obrada podataka provedena je putem analize varijance (ANOVA) podataka prikupljenih s osnovnih pokusnih parcelica, gdje je faktor Y (godina) zadan kao glavni faktor, a faktor T (tretman-pokrovni usjev) kao podfaktor za potrebe statističke obrade podataka po split-plot analizi varijance. Korišten je statistički paket SAS, a za usporedbu srednjih vrijednosti izračunate su najmanje signifikantne razlike (LSD) za statističku značajnost 0,05.

**Tablica 1.** Informacije o biljnim vrstama korištenim kao ozimi pokrovni usjevi

Pokrovni usjev	Ozima raž	Ozima pšenica	Facelija	Ozima grahorica	Stočni grašak
Sorta	<i>Eho kurz</i>	<i>Žitarka</i>	<i>Balo</i>	<i>Poppelsdorf</i>	<i>Osječki zeleni</i>
Ciljani sklop (m-2)	400	700	500	250	150
Sjetvena norma (kg ha-1)	180	300	10	120	125

### Vremenske prilike

Zabilježena količina oborina u razdoblju sjetve i početnog porasta ozimih pokrovnih usjeva u 2008. godini (listopad, studeni i prosinac) bila je oko 20% manja u odnosu na višegodišnji prosjek dok je prosječna temperatura bila oko 2 °C veća (Državni hidrometeorološki zavod). Nedostatak oborina bio je izražen u 2009. godini, a u razdoblju vegetacije pokrovnih usjeva (siječanj-travanj) količina izmjerenih oborina bila je manja za 50 mm u odnosu na višegodišnji prosjek (Grafikon 1.). Razdoblje od listopada do prosinca bilo je kišovito s 224 mm kiše što je za 75 mm više od višegodišnjeg prosjeka. Ukupna količina oborina u 2010. godini bila je 390 mm veća u odnosu na višegodišnji prosjek bez značajnijeg odstupanja u prosječnim temperaturama, a u razdoblju vegetacije pokrovnih usjeva (siječanj – travanj) palo je 50 mm kiše više u odnosu na višegodišnji prosjek za spomenute mjesece.



Grafikon 1. Vremenske prilike X – XII (2008.), I – XII (2009.), I - IV (2010.)

### Rezultati s raspravom

Prosječno najveći sklop ozimih pokrovnih usjeva ostvaren je u 2008./09. godini s utvrđenim statistički značajnim razlikama u odnosu na 2009./10. godinu (Tablica 2.). Na tretmanu ozime pšenice u obje godine istraživanja ostvaren je najveći sklop (542 m<sup>2</sup>) iako je bio ispod ciljane vrijednosti (Tablica 1.) i statistički se značajno razlikovao od ostalih tretmana. Stočni grašak i facelija imali su prosječno najniže vrijednosti ostvarenih sklopova u odnosu na ostale tretmane uz utvrđene značajne statističke razlike. Broj biljaka facelije iznosio je u prosjeku tek 140 m<sup>2</sup> što je daleko ispod vrijednosti ciljanog sklopa (Tablica 1.). Slabo nicanje facelije u ovom istraživanju posljedica je neadekvatne predsjetvene pripreme tla (prekrivenost tla žetvenim ostacima soje). Sjeme facelije je sitno te je za optimalno klijanje i nicanje potrebno vrlo dobro pripremljeno tlo za sjetvu, a ostavljanje sjemena na površini uzrokuje inhibiciju klijanja svjetlom (Shepley, 1970.). Prema Stipeševiću i sur. (2013.) zadovoljavajući sklop facelije moguće je ostvariti i raspodjeljivanjem sjemena po pokusnoj površini. Spomenuti autori naglašavaju važnost obavljanja sjetve pokrovnih usjeva u što kraćem razdoblju nakon žetve glavne kulture u svrhu omogućavanja što dulje vegetacije pokrovnih usjeva. Vremenske prilike značajno su utjecale na nadzemnu biomasu pokrovnih usjeva, pa je tako veća prosječna biomasa, uz utvrđene statističke značajne razlike, ostvarena u 2010. godini koja je imala veću količinu oborina u odnosu na 2009. godinu i višegodišnji prosjek (Grafikon 1.). Navedeno potvrđuje i istraživanje Caporalia i sur. (2004.) u kojem je nedostatak oborina utjecao na smanjenje nadzemne mase i akumulacije dušika u raži i ozimoj grahorici. Najprinosniji tretman po ostvorenoj prosječnoj nadzemnoj biomasi bio je tretman s raži (preko 400 g m<sup>-2</sup> čiste suhe tvari) što potvrđuju i Clark (2007.) i Sarrantonio (1994.) u čijim se istraživanjima biomasa raži kretala od 330 do 587 g m<sup>-2</sup> čiste suhe tvari (dalje ST). Druge godine istraživanja nadzemna biomasa raži bila je oko 50% veća u odnosu na pšenicu i grahoricu (Tablica 2.). Raž ima značajan učinak na smanjivanje zakorovljenosti, sprečavanja ispiranja dušika i kontrolu erozije (McCracken i sur., 1994. i Wagger i sur., 1998.). Pozitivan utjecaj raži na gore navedeno posljedica je dobrog prekrivanja tla već u jesen kako navode Boyd i sur. (2009.). Facelija je imala najmanju nadzemnu biomasu 2009. godine u usporedbi s ostalim tretmanima što je posljedica slabo ostvarenog sklopa ali i nedostatka oborina u fazi početnog porasta (Grafikon 1.). Za razliku od ovog istraživanja, Stipešević i sur. (2009.) nedostatak oborina ne navode kao ograničavajući faktor za nicanje i razvoj facelije te iznose podatke o najvećoj nadzemnoj biomasi facelije u usporedbi sa stočnim graškom i grahoricom. Druge godine istraživanja, s dovoljno oborina, nadzemna biomasa facelije bila je odmah iza raži. Ostvarena nadzemna biomasa ozime grahorice bila je niža u prvoj godini istraživanja s nedovoljnom količinom oborina u odnosu na 2010. godinu. Prema navodima Erića i sur. (2007.), grahorica je otporna na sušu, a istodobno dobro reagira i na veću količinu oborina. Zachary i sur. (2012.) navode vrijednosti prosječne biomase grahorice od 356 do 563 g m<sup>-2</sup> ST. Iako je ozima grahorice ostvarila manju količinu nadzemne biomase

(208- 306 g m<sup>-2</sup> ST) u odnosu na raž i faceliju (Tablica 2.) do izražaja je došao znatan potencijal fik-sacije dušika ove kulture što potvrđuju Mennan i sur. (2009.) i Ban i sur. (2008.). Najveći prosječan sadržaj dušika utvrđen je u ozimoj grahorici (10g m<sup>-2</sup>) sa statistički značajnim razlikama u odnosu na ostale tretmane, a potom u pšenici i raži slično kao kod Caporalija i sur. (2004.) koji iznose po-datke o sadržaju dušika u nadzemnoj biomasi grahorice i raži (19,74 i 5,06 g m<sup>-2</sup>). Stočni grašak, iako leguminozna biljka, prosječno je usvojio najmanju količinu dušika što je posljedica i prosječno najmanjeg sklopa i ostvarene nadzemne biomase u odnosu na ostale tretmane pokrovnih usjeva što potvrđuju i Stipešević i sur. (2009.).

**Tablica 2.** Sklop, nadzemna masa i sadržaj dušika u pokrovnim usjevima

Pokrovni usjevi (T)												
Sklop pokrovnih usjeva, br. m <sup>2</sup>												
Godina (Y)	R		P		Vic		Sg		F		Prosjek (Y)	
2009	380		528		361		164		111		309	A
2010	316		557		237		94		170		275	B
Prosjek (T)	348	B	542	A	299	B	129	C	140	C		
LSD 0,05 Y= 31,9771, T=57,4188												

Nadzemna biomasa, g m <sup>-2</sup> ST												
Godina (Y)	R		P		Vic		Sg		F		Prosjek (Y)	
2009	282,3 3		165,9 8		208,5 1		175,6 3		136,8 1		193,85	B
2010	606,9 5		313,0 1		306,7 8		212,1 3		389,0 8		365,59	A
Prosjek (T)	444,6 4	A	239,4 9	B	257,6 4	B	193,8 8	B	262,9 5	B		
LSD 0,05 Y= 91,7634, T=142,0833												

Sadržaj dušika, g m <sup>-2</sup>												
Godina (Y)	R		P		Vic		Sg		F		Prosjek (Y)	
2009	4,91		2,32		6,77		6,14		3,90		4,81	B
2010	6,43		11,23		13,22		4,07		6,81		8,35	A
Prosjek (T)	5,67	B	6,77	B	9,99	A	5,10	B	5,36	B		
LSD 0,05 Y= 1,0704, T=2,9158												

\*Srednje vrijednosti tretmana Godina (Y), Pokrovni usjev (T) označena istim slovom nisu statistički različite na P=0,05 razini opravdanosti.

## Zaključak

U provedenom dvogodišnjem istraživanju s različitim kulturama koje su korištene kao ozimi pokrovni usjevi, kao najpogodnije biljne vrste za korištenje u tu svrhu pokazale su se ozima pšenica, raž i ozima grahorica u postojećim agroekološkim uvjetima. Ozima pšenica statistički je po ostva-renom sklopu najpogodnija kultura koja kao pokrovni usjev osigurava dobru pokrovnost tla. Raž se pokazala kao najpogodnija kultura po ostvarenoj nadzemnoj biomasi sa utvrđenom statistički značajnom razlikom u odnosu na ostale tretmane. Osigurava dovoljnu količinu organske tvari čak i pri nedostatku oborina. Ozima grahorica korištena kao pokrovni usjev osigurava najviše dušika što je i statistički potvrđeno, a stočni grašak pokazao se kao najmanje dobar izbor pokrovnog usjeva.



## Literatura

1. Abdul-Baki, A. A. (1997): Adapting cover crops to vegetable production systems. 11th annual convention. Proceedings Ideas for Growing. November 20-21, Pasco, Washington: 46-50.
2. Ban, D., Goreta, S., Borošić, J., Ilak Perušić, A. S., Žnidarčič, D. (2008): Potential of hairy vetch and crimson clover as cover crops. VII Alps-Adria Scientific Workshop, Stara Lesna, Slovakia, 2008.
3. Boyd, N. S., Brennan, E. B., Smith, R. F., Yokota, R. (2009): Effect of seeding rate and planting arrangement on rye cover crop and weed growth. *Agronomy Journal*, 101, 47-51.
4. Brozović, B. (2014.): Utjecaj ozimih pokrovnih usjeva na populaciju korova na populaciju korova u ekološkom uzgoju kukuруза kokičara (*Zea mays everta* Sturt.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
5. Brozović, B., Stipešević, B., Jug, D., Jug, I., Vukadinović, V., Đurđević, B., Zarožinski, K. (2016): Suzbijanje korova ozimim pokrovnim usjevima u predsjetvenom razdoblju. Zbornik radova 9. međunarodnog znanstveno/stručnog skupa „Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša“ Vukovar, 6. – 8. lipnja 2016. ISSN 1848-5456.
6. Đurđević, B. (2014): Praktikum iz ishrane bilja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
7. Caporali, F., Campiglia, E., Mancinelli, R., Paolini, R. (2004): Maize Performances as Influenced by Winter Cover Crop Green Manuring. *Italian Journal Agronomy*, 8 (1), 37-45.
8. Clark, A. J. (2007): Managing Cover Crops Profitability. 3rd ed. Beltsville, MD: Sustainable Agriculture Network.
9. Državni hidrometeorološki zavod. Republika Hrvatska 2013.
10. Erić, P., Čupina, B., Mahajlović, V., Mikić, A. (2007): Jednogodišnje krmne mahunarke. Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Novi Sad.
11. Fageria, N. K., Baligar, V. C., Bailey, B. A. (2007): Role of Cover Crops in Improving Soil and Row Crop Productivity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 36, 2733–2757.
12. Fisk, J. W., Hesterman, O. B., Shresta, A., Kells, J. J., Harwood, R. R., Squire, J. M., Sheaffer C. C. (2001): Weed Suppression by Annual Legume Cover Crops in No - Tillage Corn. *Agronomy Journal*, 93, 319-352.
13. Guldán, S.J., Martín, C. A., Cueto-Wong, J., Steiner, R. L. (1996): Interseeding legumes into chile: Legume productivity and effect on chile yield. *Horticultural Science*, 31, 1126–1128.
14. Holderbaum, J. F., Decker, A. M., Meisinger, J. J., Mulford, F. M., Voug, L. R. (1990): Fall seeded legume cover crops for no-tillage corn in the humid east. *Agronomy Journal*, 82, 117-124.
15. McCracken, D. V., Smith, M. S., Grove, J. H., Mackown, C.T., Blevins, R. L. (1994): Nitrate leaching as influenced by cover cropping and nitrogen source. *Soil Science Society American Journal*, 58, 1476-1483.
16. Meisinger, J.J., Hargrove, W.L., Mikkelsen, R.L., Williams, J.R., and Benson, V.W. (1991): Effects of cover crops on groundwater quality. In *Cover Crop for Clean Water*; Hargrove, W.L., ed.; Soil and Water Conservation Society: Ankeny, Iowa, 9–11.
17. Mennan, H., Ngouajio, M., Isik, D., Kaya, E. (2009): Effects of alternative winter cover cropping systems on weed suppression in organically grown tomato (*Solanum lycopersicum*). *Phytoparasitica*, 37, 358-396.
18. Mikó, P., Gyuricza, C., Fenyvesi, L., Földesi, P., Szita, B. (2007): Investigation of green manuring plants under unfavourable field conditions. *Cereal Research Communications*, 35 (2), 785-788.
19. Ryder, M. H., Fares, A. (2008): Evaluating cover crops (sudex, sunn hemp, oats) for use as vegetative filters to control sediment and nutrient loading from agricultural runoff in a Hawaiian watershed. *J. Am. Water Res. Assoc*, 44, 640–653.
20. Rosa, R. (2015). The effects of winter catch crops on weed infestation in sweet corn depending on the weed control methods. *J. Ecol. Eng* 16, 125-135.
21. Sanchez, J. E., Willson, T. C., Kizilkaya, K., Parker, E., Harwood, R. R. (2001): Enhancing the mineralizable nitrogen pool through substrate diversity in long term cropping systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65, 1442–1447.
22. Sarrantonio, M. (1994): Northeast Cover Crop Handbook. Emmaus, PA: Rodale Institute, 118 pp.
23. SAS Institute Inc. 2001. Version 9.2. SAS Institute, Cary, NC.
24. Shepley, S., Chen, C. (1970): Influence of Factors Affecting Germination on Respiration of *Phacelia tanacetifolia* Seeds. *Planta (Berl.)* By Springer – Verlag, 95, 330-335.

25. Sorensen, P. (2004): Immobilization, remineralization, and residual effects in subsequent crops of dairy cattle slurry nitrogen compared to mineral fertilizer nitrogen. *Plant and Soil*, 267, 285-296.
26. Stipešević, B., Jug, I., Teodorović, B., Stošić, M., Jug, D., Šamota, D., Kratovalieva, S., Mukeatov, D., Kolar, D., Mikić, B. (2009): Potencijal facelije, stočnog graška i ozime grahorice kao pokrovnih usjeva u ekološkom ratarenju. Zbornik radova 2. međunarodnog znanstveno/stručnog skupa „ Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša“ Vukovar 4. – 6. Lipanj 2009. ISBN: 978-953-99440-8-5.
27. Stipešević, B., Bavec, F., Jug, D., Jug, I., Brozović, B., Simić, M., Kisić, I., Birkas, M. (2013): Utilization of Cover Crops for Sustainable Agriculture. The 2nd International Scientific Conference Soil and Crop Management: Adaptation and Mitigation of Climate Change, Proceedings & Abstracts, 352-358.
28. Wagger, M. G., Cabrera, M. I., Ranells, N. N. (1998): Nitrogen and carbon cycling in relation to cover crop residue quality. *Journal of Soil and Water Conservation*, 53, 214-218.
29. Zachary, D. H., Brainard, D. C., Henshaw, B., Ngouajio, M. (2012): Winter Annual Weed Suppression in Rye-Vetch Cover Crop Mixtures. *Weed Technology*, 26(4), 818-825.

### Evaluation of different plant species suitability as winter cover crops

#### Abstract

The aim of two year research (2008/2009 – 2009/2010) performed in Eastern Croatia was to estimate the suitability of winter wheat – P (*Triticum aestivum* L.), rye - R (*Secale cereale* L.), phacelia – F (*Phacelia tanacetifolia* L.), fodder pea – Sg (*Pisum arvense* L.) and hairy vetch – Vic (*Vicia villosa* L.) as winter cover crops in field experiment designed as complete randomized block with four repetitions. Suitability of different plant species was evaluated through determination of plant density, aboveground biomass and nitrogen content in plant species. The most favourable species that can be used as winter cover crops were winter wheat with the highest plant density (542 m<sup>-2</sup>), which makes it a suitable crop for efficient soil covering, rye with the greatest achieved aboveground biomass (445 g m<sup>-2</sup> of dry matter) which implies large quantity of organic matter for incorporation purpose and hairy vetch with the highest nitrogen content (13.22 g m<sup>-2</sup>) thus contributing to soil nitrogen content and supply to subsequent crops.

**Key words:** different crops, use possibilities, cover crops

## Grupiranje najzastupljenijih sorti ozime pšenice u Republici Hrvatskoj u klase prema parametrima kvalitete

Goran Jukić<sup>1</sup>, Ivan Varnica<sup>1</sup>, Krešimir Šunjić<sup>1</sup>, Ivica Delić<sup>2</sup>, Željka Cegur<sup>2</sup>

<sup>1</sup>HCPHS-Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo, Usorska 19 Brijest, Osijek, Hrvatska, e-mail: Goran.jukic@hcphs.hr

<sup>2</sup>Ministarstvo poljoprivrede, Ulica grada Vukovara 78, Zagreb, Hrvatska

### Sažetak

Površine pod merkantilnom pšenicom u Republici Hrvatskoj značajno variraju iz godine u godinu. U trogodišnjem periodu proizvodnja je bila zasnovana od 105 000 ha do 150 000 ha. Na tržištu se nalazi veliki broj sorti ozime pšenice domaćih i stranih selekcijskih kuća (73-82 različite sorte ovisno o godini). Cilj rada bio je grupirati u klase najzastupljenije sorte pšenice u merkantilnoj proizvodnji prema Pravilniku o parametrima kvalitete i kvalitativnim klasama pšenice sa sortama koje zauzimaju preko 70% ukupno zasijanih površina. Grupiranje sorti pšenice i njezina isplata prema kodeksu formirana je 2016. godine te su na osnovu svojstava sadržaja proteina i hektolitarske mase provedena ispitivanja. Pokus je postavljen u dva ponavljanja prema blok metodi sa slučajnim rasporedom (RCBD) u Zavodu za sjemenarstvo i rasadničarstvo (HCPHS) na lokaciji Osijek (N 45°31', E 18°40'). Na pokusu je primijenjena standardna agrotehnika za pšenicu tijekom tri vegetacijske godine (2014./2015., 2015./2016. i 2016./2017.). U Pokus je uvršteno 16 najzastupljenijih sorti na tržištu Republike Hrvatske u 2014. godini.

Na temelju dobivenih rezultata za svojstvo sadržaja proteina i hektolitarske mase utvrđene su statistički značajne razlike ( $P < 0,01$ ) između sorata, godina i interakcije sorta x godina. Prosječni sadržaj hektolitarske mase trogodišnjih pokusa ispitivanih sorata kretao se u rasponu od 75,40 do 80,90 kg/hl, a prosječni sadržaj proteina trogodišnjeg ispitivanja sorata kretao se u rasponu od 10,4 do 13,57 %. Prema kodeksu iz 2017. godine od 16 sorti u trogodišnjem ispitivanju niti jedna sorta nije bila u premium klasi (>15% proteina, 80 kg/hl), tri su sorte (Viktoria, Kraljica i Bologna) svrstane u prvu klasu (13,5-14,99% proteina, 78 kg/hl), tri sorte u drugu klasu (12,00-13,49% proteina, 78 kg/hl), devet sorti u treću klasu (10,5-11,99% proteina, 74 kg/hl), a jedna sorta u četvrtu klasu (<10,49% proteina, <74 kg/hl). Dobiveni rezultati ukazuju na mogućnost izbora sorti visokog sadržaja proteina i hektolitarske mase kao i povećanje dobiti po jedinici površine.

**Ključne riječi:** ozima pšenica, sorta, kodeks, postotak proteina i hektolitarska masa

## Grouping of the most common varieties of winter wheat in the Republic of Croatia in classes according to the parameters of quality

### Abstract

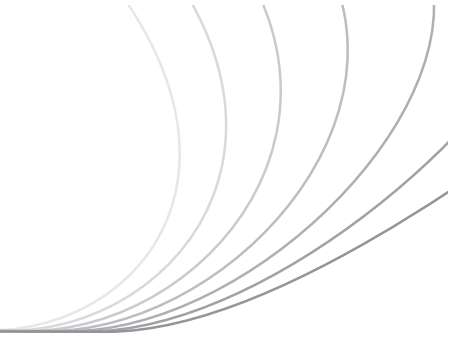
The mercantile wheat areas in the Republic of Croatia vary considerably from year to year. In a three-year period, the production was based on 105 000 ha to 150 000 ha. On the market there are a large number of winter wheat varieties of domestic and foreign selection houses (73-82 different varieties depending on the year). The aim of the work was to group the most common wheat varieties in the mercantile production, according to the Ordinance on quality parameters and quality classes of wheat, from varieties occupying over 70% of total sown areas. The grouping of wheat varieties and its payment according to the Codex was established in 2016 and the tests were carried out based on the properties of the protein content and the hectolitre mass. The experiment was set up in two replications according to the randomized complete block design (RCBD) at the Institute for Seed and Seedlings (CCAFRA) at location Osijek (N 45° 31, E 18° 40'). The experiment applied standard wheat agrotechnics for the three vegetation years (2014/2015, 2015/2016 and 2016/2017). The experiment has included 16 most common varieties on the Croatian market in 2014.

Based on the obtained results for protein content and hectolitre mass, statistically significant differences ( $P < 0.01$ ) were found between varieties, years and interaction of variety x year. The average content of the hectolitre mass of the three-year experiments of the examined varieties ranged from 75.40 to 80.90 kg/hl, and the average protein content of the three-year varieties test ranged from 10.4 to 13.57%. According to the Codex of 2017, from 16 varieties in a three-year study none of the varieties were in the premium class (>15% protein, 80 kg/hl), three varieties (Viktorija, Kraljica and Bologna) were classified in the first class (13.5-14.99% protein, 78kg/hl), three varieties in the second class (12.00-13.49% protein, 78 kg/hl), nine varieties in the third class (10.5-11.99% protein, 74 kg/hl), and one variety in the fourth class (<10.49% protein, <74 kg/hl). The obtained results indicate the possibility of choosing high protein content and hectolitre mass varieties as well as increase in profit per unit area.

**Key words:** winter wheat, variety, codex, percentage of protein and test weight



## Section II



# **Animal production**

## **Animalna proizvodnja**



## Proizvodne odlike krava jersey pasmine

Marko Rogalo, Tina Bobić, Pero Mijić,  
Maja Gregić, Mirjana Baban, Vesna Gantner

*Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: tbobic@pfos.hr*

### Sažetak

Cilj rada bio je prikazati proizvodne odlike krava jersey pasmine. Ovisno o državi uzgoja, prosječna proizvodnja krava jersey pasmine u standardnoj laktaciji, kreće se od 5107 kg u Engleskoj do najviše 7480 kg u SAD-u. Najveću količinu mliječne masti od 5,5% imaju krave jersey pasmine koje se uzgajaju u Engleskoj, zatim slijedi Švicarska sa 5,4%, te na kraju SAD-e i Kanada sa 4,6% odnosno 4,0%. Istu količinu bjelančevina od 3,9% ostvarile su krave jersey pasmine s područja Engleske i Švicarske, dok su krave iz SAD-a imale 3,6%. Najmanju količinu bjelančevina u iznosu od 3,1% imale su krave jersey pasmine iz uzgoja u Kanadi. Zbog visokog udjela mliječne masti mlijeko ove pasmine iznimno je pogodno za proizvodnju maslaca, vrhnja, sira, te drugih mliječnih proizvoda.

**Ključne riječi:** jersey pasmina, proizvodnja mlijeka, mliječna mast, mliječni protein

### Uvod

Porijeklo pasmine jersey datira od 1771. godine sa otoka Jersey u Engleskom kanalu nedaleko od obale Francuske. Prilagodljiva je svim načinima držanja, od intenzivnog do ekstenzivnog, te na različite hranidbene sustave, od TMR-a do ispaše (USJersey, 2015.). U usporedbi s drugim pasminama otpornija je na toplotni stres (Strikandakumar i Johson, 2004.), što je čini pogodnom za križanje i poboljšanje otpornosti na visoke temperature okoliša (Teodoro i Madalena, 2003.).

Pripada među sitnije pasmine goveda sa visinom grebena od 115 do 120 cm, i tjelesnom masom kod krava od 350 do 500 kg, a bikova od 600 do 750 kg. Goveda ove pasmine imaju idealan mliječni karakter sa često finom pa čak i prefinjenom konstitucijom. Imaju izražen trokutasti oblik tijela, odnosno dosta uzak prednji, a jako razvijen zadnji dio tijela. Goveda jersey pasmine karakterizira mala glava, sa udubljenjem u čeonom dijelu, tako da su čeonni lukovi iznad ravni čela. Također kao jedna od eksterijernih karakteristika ove pasmine jeste srneća gubica, odnosno vijenac svijetlijih dlaka oko gubice. Rogovi su kratki, u obliku vijenca iznad čeone površine. To je jednobojna pasmina sa osnovnom bojom koja je tamnosmeđa i sa malo tamnijim naborima na vratu, butovima i stomaku. Muskulatura je slabo izražena, te posjeduju slabije toвне karakteristike, dnevni prirast 700-800g. Kvaliteta mesa je dosta loša, te slabo mramorirana.

**Tablica 1.** Usporedba nekih od statističkih podataka na razini stada po pasminama (Garcia-Peniche i sur., 2006.)

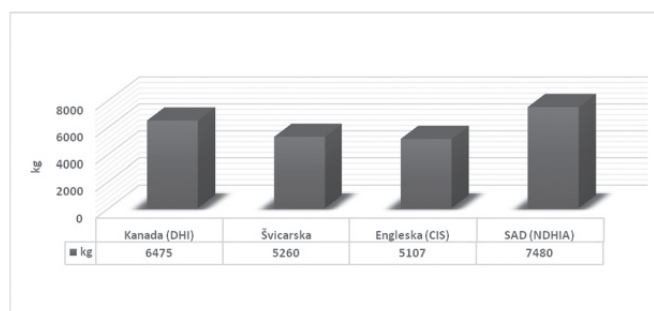
	Jersey	Holstein	Brown Swiss
Dob kod prvog teljenja	25,8	26,8	28,1
Zaključene laktacije u petoj godini života	2,3	2,1	2,0
Broj dana u laktaciji u petoj godini života	41%	39%	37%
Žive krave u petoj godini starosti	45%	38%	42%

Ranozrela je pasmina, te spada u najdugovječnije mliječne pasmine goveda u intenzivnoj proizvodnji. Prema rezultatima Virginia Tech navod USJersey (2015.), nakon teljenja, krave jersey pasmine brže ulaze u estrus i jasnije pokazuju znakove tjeranja, te duže ostaju u tjeranju u usporedbi sa kravama holstein pasmine. Krave jersey pasmine ostaju u tjeranju u prosjeku 8,9 sati, dok krave holstein pasmine u prosjeku 7,4 sata. Naskakivanje kod jersey krava je u prosjeku 9,5 puta, dok je taj izraziti znak tjeranja kod krava holstein pasmine 6,9 puta.

### Proizvodne odlike

Prema rezultatima Američke organizacije za jersey goveda, jersey krave proizvode u prosjeku 17 puta više od svoje tjelesne mase po laktaciji. Krave ove pasmine proizvode najkvalitetnije mlijeko za ljudsku prehranu. Uspoređujući ga s prosječnim mlijekom, čaša mlijeka dobivena od jersey krava sadrži visoke nutricionističke vrijednosti: 15 do 20% više proteina, 15 do 18% više kalcija, 10 do 12% više fosfata, te također dosta veće količine vitamina B12. U proizvodnji sira i maslaca ova pasmina je iznimno pogodna zbog većeg sadržaja masti (USJersey, 2015.). Nedavna istraživanja (Capper i Cady, 2012.; Thorup i sur., 2012.) su pokazala da jersey i holstein pasmina krava da bi proizveli iste količine bjelančevina, masti i drugih komponenti mlijeka, jersey pasmina treba 32 % manje vode, 11% manje zemlje, manje fosilnih goriva, te proizvode znatno manje otpada.

Prema najnovijim statističkim podacima (ICAR, 2018.) prosječna proizvodnja krave jersey pasmine u standardnoj laktaciji ovisno o državi uzgoja, kreće se od 5107 kg u Engleskoj do najviše 7480 kg u Sjedinjenim Američkim Državama (Grafikon 1.).

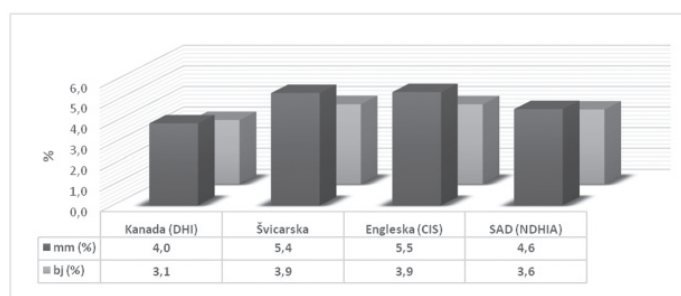


**Grafikon 1.** Proizvodnja mlijeka u standardnoj laktaciji (305 dana) krava jersey pasmine po državama (ICAR, 2018.)

Najveću količinu mliječne masti od 5,5% imaju krave jersey pasmine koje se uzgajaju u Engleskoj, zatim slijedi Švicarska sa 5,4%, te na kraju Sjedinjene Američke Države i Kanada sa 4,6% odnosno 4,0% (Grafikon 2.). Istu količinu bjelančevina od 3,9% ostvarile su krave jersey

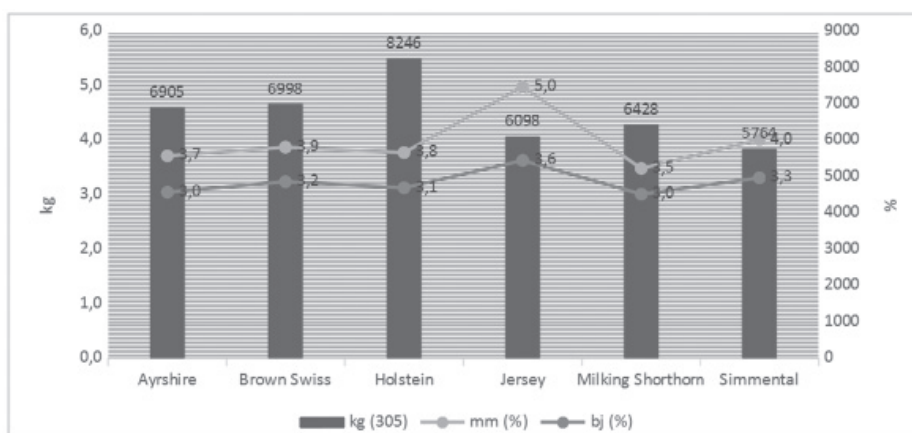


pasmine s područja Engleske i Švicarske, dok SU krave iz SAD-a imale 3,6% bjelančevina u standardnoj laktaciji. Najmanju količinu bjelančevina u iznosu od 3,1% imale su krave jersey pasmine iz uzgoja u Kanadi (Grafikon 2.).



**Grafikon 2.** Proizvodnja mliječne masti i bjelančevina u standardnoj laktaciji (305 dana) krava jersey pasmine po državama (ICAR, 2018.)

Prema najnovijim statističkim podacima ICAR-a 2018. krave jersey pasmine imaju znatno veću količinu mliječne masti i proteina (Grafikon 3.) u usporedbi sa drugim pasminama u proizvodnji mlijeka. Proizvodnjom mlijeka od preko 6 000 kg nalazi se odmah iza proizvodnje Milking Shorthorna, Ayrshire i Brown Swiss pasmina. Ako uzmemo u obzir njenu malu tjelesnu masu, ta proizvodnja je više nego odlična. Ako promatramo Grafikon 3. uviđa se da krave jersey pasmine imaju visokih 5% mliječne masti, što je dosta veće u odnosu na ostale navedene pasmine u proizvodnji mlijeka (ICAR, 2018.). Količina od 3,6% bjelančevina je veća za 0,3 do 0,4 % od simentalca (3,3%) i Brown Swiss-a, te od 0,5 do 0,6% veća nego kod krava: holstein, milking shorthorn i ayrshire pasmine.



**Grafikon 3.** Proizvodnja mlijeka, mliječne masti i bjelančevina u standardnoj laktaciji (305 dana) po pasminama goveda u proizvodnji mlijeka (ICAR, 2018.)

### Napomena

Rad je izvod iz završnog rada studenta Marka Rogala pod nazivom: „Osnovne značajke Jersey pasmine goveda“ sa Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku.

## Literatura

1. Capper, J. L., Cady, R. A. (2012): A comparison of the environmental impact of Jersey compared with Holstein milk for cheese production. *Journal of Dairy Science*, 95, 165 - 176.
2. Garcia-Peniche, T.B., Cassel, B.G., Misztal, I. (2006): Effects of breed and region on longevity traits through five years of age in Brown Swiss, Holstein, and Jersey cows in the United States, *Journal of Dairy Science*, 89, 3672 - 3680.
3. ICAR, International Committee for Animal Recording (2018): Annual Report. Milk recording surveys on cow, sheep and goats.
4. Strikandakumar, A., Johnson, E. H. (2004): Effect of heat stress on milk production, rectal temperature, respiratory rate and blood chemistry in Holstein, Jersey and Australian Milking Zebu cows. *Tropical Animal Health and Production*, 36, 685 – 692.
5. Teodoro, R. L., Madalena, F. E. (2003): Dairy production and reproduction by crosses of Holstein. Jersey or Brown Swiss sires with Holstein-friesian/Gir dams. *Tropical Animal Health and Production*, 35, 105 - 115.
6. Thorup, V. M, Edwards, D., Friggens, N. C. (2012): On-farm estimation of energy balance in dairy cows using only frequent body weight measurements and body condition score. *Journal of Dairy Science*, 95, 1784 - 1793.
7. USJersey (2015): Why Jersey.American Jersey Cattle Association National. All-Jersey Inc. Raspoloživo: [http://www.usjersey.com/Portals/0/AJCA/2\\_Docs/WhyJerseys2013.pdf](http://www.usjersey.com/Portals/0/AJCA/2_Docs/WhyJerseys2013.pdf)

## Production traits of Jersey cattle

### Abstract

The aim of the paper was to show the production features of the Jersey breeds cows. Depending on the country of breeding, the average production of Jersey cows in standard lactation ranges from 5107 kg in England to a maximum of 7480 kg in the USA. The highest 5.5% milk fat has cows of Jersey breeds grown in England, followed by Switzerland with 5.4%, and by the USA and Canada at 4.6% and 4.0%, respectively. The same amount of protein of 3.9% had cows of Jersey breeds from England and Switzerland, while cows from the USA had 3.6%. The smallest amount of protein in the amount of 3.1% had Jersey cows from breeding in Canada. Due to the high amount of milk fat, milk of this breed is extremely suitably for the production of butter, cream, cheese and other dairy products.

**Key words:** Jersey breed, milk production, milk fat, milk protein

## Terapijsko jahanje u udruzi za terapiju i aktivnost pomoću konja „Pegaz“ Rijeka

Vedran Nervo, Tatjana Tušek, Marijana Vrbančić, Đurica Kalember,  
Tatjana Jelen, Damir Alagić, Tea Uremović

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

### Sažetak

Terapijsko jahanje predstavlja već dugi niz godina dokazanu metodu pomaganja (rehabilitacije) osobama s posebnim potrebama, fizičkim ili mentalnim poteškoćama u razvijanju i poboljšavanju njihovih vještina te općeg fizičkog i mentalnog zdravlja. Rad se temelji na aktivnostima udruge „Pegaz“ iz Rijeke, a cilj rada je prikazati utjecaj terapije i konja na osobe s posebnim potrebama. U radu su istraženi i navedeni čimbenici koji utječu na provođenje terapije i na korisnike terapijskog jahanja te efekti raznih terapija. Opisane su vrste terapijskog jahanja i način njihova provođenja. Ovim tipom rehabilitacije postiže se širok spektar bihevioralnih, društvenih, emocionalnih, fizičkih, kognitivnih, mentalnih te obrazovnih napredaka u liječenju osoba s posebnim potrebama, posebno djece. Korisnici razvijaju jedinstvenu povezanost sa životinjom, što uvelike pomaže razvitku samopouzdanja, povjerenja, koncentracije i strpljenja.

**Ključne riječi:** terapijsko jahanje, konj, oprema, terapija

### Uvod

Prvi kontakt čovjeka i konja dogodio se tijekom ranog kamenog doba. Pripitomljavanje konja u uskoj je vezi s razvojem ljudskog društva. Narav konja dozvolila je čovjeku da mu se približi i pripitomi ga (Ivanković, 2004.). Od pripitomljavanja čovjek je uočio da jahanje, osim što predstavlja oblik transporta, ima pozitivan učinak na poboljšanje zdravlja i kakvoće života osoba sa posebnim potrebama. Tijekom prvog svjetskog rata Engleska je među prvima prepoznala pozitivne učinke jahanja na osobe sa posebnim potrebama te je nudila terapijsko jahanje vojnicima sa posebnim potrebama. Sredinom devedesetih godina terapijsko jahanje se javlja u Hrvatskoj. Godine 2001. osnovan je Hrvatski savez za terapijsko jahanje (HSTJ) kao krovna organizacija svih udruga i konjičkih klubova koji provode program terapijskog jahanja. Svrha saveza je aktivan doprinos poboljšanju ukupne kvalitete programa terapijskog jahanja u Republici Hrvatskoj kao oblika konjaništva namijenjenog i prilagođenog osobama s teškoćama u razvoju, motoričkim poremećajima i kroničnim bolestima te osobama s kognitivnim i emocionalnim teškoćama, u svrhu terapije, rehabilitacije te općenito poboljšanja kvalitete življenja istih (IP1). Hod konja ritmički i nježno pomiče tijelo jahača, što je korisno za osobe s fizičkim i psihičkim poteškoćama. Kao rezultat kod osoba sa posebnim potrebama često su se primjećivali napredci i poboljšanja u fleksibilnosti tijela, ravnoteži i snazi mišića. Terapijsko jahanje predstavlja već desetljećima priznatu i dokazanu metodu rehabilitacije osoba s posebnim potrebama svih dobnih skupina sa fizičkim i/ili mentalnim poteškoćama. Terapija ima za cilj poticanje i razvoj fizičkog i mentalnog

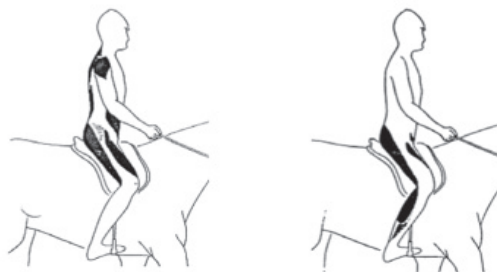
zdravlja korisnika. Najbolje ga je definirati kao liječenje uz pomoć konja i aktivnosti koje uključuju konje, a cilj mu je postizanje širokog spektra bihevioralnih, društvenih, emocionalnih, fizičkih, kognitivnih, mentalnih te obrazovnih ciljeva u liječenju djece i odraslih sa posebnim potrebama. Učenjem kontroliranog i odgovarajućeg ponašanja osoba razvija jedinstvenu povezanost sa životinjom, što uvelike pomaže razvitku samopouzdanja, povjerenja, koncentracije, strpljenja. Druženje s konjem ima pozitivan utjecaj na psihi, jača samopouzdanje i stvara osjećaj pripadnosti grupi. Hod konja nježno i ritmički pokreće tijelo jahača odnosno korisnika te tako potiče rad odgovarajućih skupina mišića (IP2). Najveći „neprijatelj“ u druženju s konjima je strah. Konj prepoznaje strah. Instinkt mu govori da je u opasnosti jer od čovjeka koji se boji ne može očekivati ništa dobro (Herić, 2000.). Terapijsko jahanje primjenjuje se kod 25 različitih dijagnoza ili teškoća u razvoju, kao što su: cerebralna paraliza, mišićna distrofija, multipla skleroza, spina bifida, autizam, mentalna retardacija, Down-sindrom, hiperaktivnost, epilepsija, smetnje govora, čitanja i pisanja, smetnje vida i sluha, emocionalne smetnje, poremećaji u ponašanju, pedagoška zapuštenost, zlostavljanje i ostalo (IP3). Hipoterapiju odnosno fizioterapiju uz pomoć konja provodi posebno obučeni fizioterapeut na odlično istreniranim, dobroćudnim te strpljivim konjima mirnog karaktera. Cilj ovoga rada je prikazati utjecaj terapije i konja na osobe s posebnim potrebama svih dobnih skupina.

### **Udruga „Pegaz“ Rijeka**

Udruga za terapiju i aktivnosti pomoću konja „Pegaz“ Rijeka je neprofitna organizacija za provedbu aktivnosti i terapija pomoću konja. Osnovana je 2001. godine s ciljem provedbe različitih socijalno-pedagoških programa pomoću konja. Svoje aktivnosti Udruga „Pegaz“ provodi na prostoru centra „Draška dolina“, koji je od centra grada Rijeke udaljen svega 5 km i zamišljen kao prostor na kojem ljudi mogu uživati kao korisnici terapija, rekreacije, sporta te aktivnog provođenja slobodnog vremena. Udruga „Pegaz“ je prva pokrenula program terapije pomoću konja za djecu s teškoćama u razvoju na području grada Rijeke i na području Primorsko-goranske županije. Udruga se bavi grupnim i individualnim terapijskim jahanjem. U programu terapijskog jahanja kojeg provodi Udruga sudjeluju četiri grla koja su vlasništvu same Udruge „Pegaz“.

### **Aktivnosti udruge „Pegaz“ u terapijskom jahanju**

Djeca s posebnim potrebama uključuju se u različite oblike terapijskog jahanja, ovisno o vrsti tjelesnog oštećenja. U suradnji s liječnikom, fizioterapeut prije samog početka terapijskog jahanja mora pregledati pacijenta te na osnovu njegovog zdravstvenog stanja odrediti metodu terapije. Svakako je bitno naglasiti da se terapijski ciljevi postavljaju individualno za svakog pacijenta. Postoje mnogi ljudi s emocionalnim i mentalnim teškoćama. Dok fizičke možemo vidjeti, mentalne i emocionalne teže je uočiti. Sve osobe s teškoćama sklonije su emocionalnim oscilacijama, strahu od neuspjeha, manjka samopouzdanja i imaju manje šansi za uspjeh u životu navode Itković i Boras (2003.). Neke od dijagnoza kod kojih je terapijsko jahanje indicirano su: Aspergerov sindrom, autizam, cerebralna paraliza, mentalna retardacija, encefalomijelopatija, mladenački reumatoidni artritis, Leighova bolest, multipla skleroza, Prader Will sindrom, spina bifida, iskrivljena kralježnica, traumatska ozljeda mozga, hiperaktivnost i poremećaj pažnje, oštećenje vida, depresivnost, Downov sindrom, Guillain-Barre sindrom, poteškoće učenja, hipotonija, Parkinsonova bolest, epilepsija, ozljeda kralježnice, moždani udar, amputacija. Učinci terapijskog jahanja se dijele na fizikalne, psihološke, socijalne i edukacijske. Kretanjem konji izbacuju pacijenta iz ravnoteže. Kako ne bi pao s konja, pacijent mora kontrahirati i opuštati određene skupine mišića (Slika 1.) i na taj način održavati ravnotežu i kompenzirati pokrete konja.



**Slika 1.** Uključene mišićne skupine (Blažević, 2009.)

Jahanje također dovodi do poboljšanja samopouzdanja pacijenta i uklanjanja straha od vanjskog svijeta. Jedna od vrlina koja se stiče jahanjem jest i kontroliranje emocija. Terapijsko jahanje često se provodi kod manjih skupina pacijenata. Provođenjem određenog vremena zajedno, pacijenti se upoznaju i stječu nova prijateljstva. Briga o konjima, njihovo hranjenje i timarenje, užitek i uzbuđenje provedeno u jahanju odlični su u stjecanju novih socijalnih kontakata. Kroz jahanje i igru koja je sastavni dio sata terapijskog jahanja djeca koja ne idu u školu na puno lakši i njima prihvatljiviji način uče nove sadržaje. Potiču razvoj svijesti o vlastitom tijelu i pozitivnu sliku o sebi, razvijaju vizualnu (kao što su učenje slova, novih oblika, boja), auditivnu (imenovanja pojedinih predmeta, stimulacija slušanja i govorenja), taktilnu percepciju, razvijaju vizualno-motornu koordinaciju kroz igru te vježbaju ravnotežu i usklađivanje tijela i pokreta (IP4). Od konja se u terapijskom jahanju očekuje da uvijek dobrovoljno surađuje i gotovo telepatski slijedi komande jahača iako su one slabije, nedovoljno jasne ili asimetrične (Blažević i Koloman, 2010.). Budući da je u provođenju terapijskog jahanja jedan od najvažnijih čimbenika konj, od iznimne je važnosti pravilno ga odabrati. Kod odabira konja za terapijsko jahanje, temperament i čud su svojstva koja se moraju prvo ocijeniti i na osnovu njih napraviti pravi odabir. Prilikom odabira konja biraju se konji mirnog temperamenta i dobre čudi, konji srednje i starije dobi te staloženi konji koji ne reagiraju burno na vanjske podražaje. Program terapijskog jahanja nije moguće realizirati bez cijelog tima ljudi koji ga provodi. Timom za terapijsko jahanje se smatra instruktor ili voditelj terapijskog jahanja, volonter ili vodič konja te jahač ili korisnik terapija (Slika 2.).



**Slika 2.** Terapijski tim (IP5)

Osnovno što se mora osigurati jahačima s posebnim potrebama je sigurnost i udobnost, a isto-vremeno pružanje zadovoljstva jahanja. To se postiže uporabom obavezne sigurnosne opreme koja uključuje kacigu, sigurnosne stremene ako jahač koristi stremene, ručke za koju se jahač može pridržati te zaštitni prsluk.



Slika 3. Konji sudionici programa TPK i APK (Gringo, Tulipan, Oskar i Mima) (IP6)

### Zaključak

Terapijsko jahanje predstavlja već desetljećima priznatu i dokazanu metodu rehabilitacije osoba s posebnim potrebama svih dobnih skupina sa fizičkim i/ili mentalnim poteškoćama. Što je prepoznato u Udruzi „Pegaz“ Rijeka. Cilj udruge je poticanje i razvoj fizičkog i mentalnog zdravlja korisnika. Udruga potiče druženje s konjem jer su djelatnici svjesni pozitivnog utjecaja po korisnike na psihu, jača samopouzdanje i stvara osjećaj pripadnosti grupi. Udruga koristi specijaliziranu opremu koja daje potpunu sigurnost jahaču na konju. Konji koji su namijenjeni za terapijsko jahanje koriste se svakodnevno, ne samo u vrijeme terapija nego i svim ostalim aktivnostima udruge. Program terapijskog jahanja u udruzi provodi specijalizirani tim ljudi. Djelatnici udruge svjesni su težine svojih aktivnosti u terapijskom jahanju po same korisnike, te se neprestano educiraju na svome području rada.

### Literatura

1. Blažević, D. (2009): Program osposobljavanja i stručnog usavršavanja osoba za potrebe konjičkog športa i terapijskog jahanja. Hrvatska olimpijska akademija i Hrvatski konjički savez, Zagreb.
2. Blažević, D., Koloman, M. (2010): Priručnik za voditelje terapijskog jahanja. Hrvatska olimpijska akademija i Hrvatski konjički savez, Zagreb.
3. Herić, V. (2000): Početnica za jahače. Biblioteka Sagana, Zagreb.
4. (IP1): Hrvatski savez za intervencije pomoću konja (2017): Terapija pomoću konja (TPK), <http://www.terapijapomocukonja.info/uncategorized/terapija-pomocu-konja-tpk/> (07.05.2017.).
5. (IP2): Tomašek, M. (2015): Terapijsko jahanje, [http://www.skole.hr/dobro-je-znati/rijec-strucnjaka?news\\_id=10915](http://www.skole.hr/dobro-je-znati/rijec-strucnjaka?news_id=10915) (14.04.2017.).
6. (IP3): Kvalitetniji život mladih jahača, <http://www.zzjzpgz.hr/nzl/20/pegaz.htm> (16.04.2017.).
7. (IP4): Hrvatski savez za terapijsko jahanje: Terapijsko jahanje, <http://hstj.hr/terapijsko-jahanje/> (01.04.2017.).
8. (IP5): Udruga Pegaz Rijeka-slike, (15.04.2017.).  
[https://web.facebook.com/pg/udrugapegazrijeka/photos/?ref=page\\_internal](https://web.facebook.com/pg/udrugapegazrijeka/photos/?ref=page_internal)
9. (IP6): Udruga Pegaz Rijeka, <http://www.pegaz-rijeka.hr/> (15.04.2017.).
- 10.10. Itković, Z. i Boras, S. (2003.): Terapijsko jahanje i rehabilitacijske znanosti, <http://hrcak.srce.hr/11625> (18.04.2017.).
11. Ivanković, A. (2004): U: Konjogojstvo. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.

## Therapeutic horse riding for therapy and activity with horses at "Pegaz" association located in Rijeka

### Abstract

Therapeutic horse riding has been a proven method of rehabilitation for people with special needs who have physical or mental development disabilities, in increasing their skills and general (both mental and physical) health for years now. The work is based on activities of the „Pegaz“ association located in Rijeka, with the goal of presenting the effects of horse therapy on people with special needs. The paper also outlines the factors that influence the therapy and therapeutic riding users and the effects of various therapies. Multiple types of therapeutic riding have been covered, along with the ways of their implementation. This type of rehabilitation provides a wide range of behavioral, social, emotional, physical, cognitive, mental and educational progress in treatment of handicapped persons, especially children. Individual users develop a unique relationship with the animal, which greatly contributes to the development of self-confidence, trust, concentration and patience.

**Keywords:** therapeutic riding, horse, horse equipment, therapy

## Zdravstveno stanje i dobrobit ovaca na farmama Bioplod lika d.d.

Damir Alagić<sup>1</sup>, Tatjana Jelen<sup>1</sup>, Marcela Andreata Koren<sup>1</sup>, Nikolina Štajdohar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, M. Demerca 1, 48260 Križevci, e-mail: dalagic@vguk.hr

<sup>2</sup> Završeni student Visokoga gospodarskog učilišta u Križevcima

### Sažetak

Cilj rada je istražiti dobrobit i zdravstveni status ovaca (prisutnost parazita) na farmama Bioplod Lika d.d. na kojima se ovce drže u dva sustava, u ekološkom uzgoju i u prijelaznom razdoblju za ekološku proizvodnju. U oba stada koja su bila predmet istraživanja primjenjuju se sve propisane uzgojne metode, a ovcama je glavna hrana paša. Kontrola dobrobiti i zdravstvenog stanja ovaca provode se svakodnevno, dijelom od strane veterinara, a dijelom od strane pastira i radnika koji veći dio dana borave sa ovcama. Stado A tretirano je sredstvom Closamectin protiv unutarnjih i vanjskih parazita, a kod stada B primijenjena su sredstva Tactic i Monil. Stado A koje je u prelaznom razdoblju za ekološku proizvodnju imalo je nešto veći broj prisutnih parazita u odnosu na stado B. Zbog boljeg zdravstvenog statusa, vezano za nametničke bolesti, preporuča se mijenjati antiparazitičke kako se ne bi stvorila otpornost, odnosno kako bi se osiguralo dobro zdravstveno stanje ovaca.

**Ključne riječi:** lička pramenka, dobrobit ovaca, preventivna, zdravstveno stanje

### Uvod

U Republici Hrvatskoj, posebice u Ličko-senjskoj županiji ima krških područja koja pružaju idealne uvjete za razvoj ekološke poljoprivrede. Ekološka stočarska proizvodnja potiče korištenje prirodnih resursa određenog uzgojnog područja, ispaše, otvorenih staja što osigurava bolju prilagodbu životinja okolišnim uvjetima (Senčić i sur., 2011.). Lička pramenka, pasmina ovaca, izabrana za uzgoj na istraživanim farmama odlično podnosi hladne i vjetrovite zime, što potvrđuju i navodi Mioča i sur. (2007.). Lička pramenka nastala je u planinskim područjima Like i Gorskog kotara. Kao i većina naših pramenki, pripada skupini dugorepih ovaca. Pripada skupini sitnijih do srednje razvijenih ovaca, izražene otpornosti, skromnosti i prilagodljivosti (Mioč i sur., 2007.). Većinu poljoprivrednog zemljišta na tom području čine pašnjaci, stoga je ono idealno za razvoj stočarstva, posebice ovčarstva. Sijeno je zimi glavni i neizostavni obrok za oba stada, kao što potvrđuju i Mioč i sur., (2007.) U ovčarstvu prednost ima preventiva čijim se provedbama nastoje ukloniti uzroci bolesti na razini cijelog stada (Marinculić, 2002.). Cilj rada je istražiti, usporediti i prikazati uzgoj, dobrobit i zaštitu zdravlja ovaca (zdravstveni status) na farmama Bioplod Lika d.d. na kojima se ovce drže u dva sustava, u ekološkom uzgoju i u prelaznom razdoblju za ekološku proizvodnju. U oba stada koja su bila predmet istraživanja, nastojalo se primijeniti uzgojne ciljeve (održavanje biološke raznolikosti, smanjenje zagađenja okoliša, dugovječnost, zdravlje, adaptacija na alternativne sustave držanja, smanjen unos koncentrata i kvaliteta hra-



ne) (Senčić i sur., 2011.). S obzirom da je za stado u prijelaznom razdoblju bilo više mogućnosti izbora sredstava za preventivnu zaštitu od parazita, pretpostavka je bila da će u stadu ovaca u ekološkom uzgoju biti lošiji rezultati koproloških pretraga, odnosno da će biti lošije zdravstveno stanje ovaca nego u stadu u prijelaznom razdoblju za ekološku proizvodnju.

### **Materijal i metode**

Istraživanje je provedeno na farmama Bioplod Lika d.d. u mjestima Komić i Poljice, općina Udбина u Ličko-senjskoj županiji u 2016. godini na dva stada ovaca (450 i 480 grla autohtone pasmine ličke pramenke). Stado u Poljicama u prijelaznom razdoblju označeno je kao stado A, a stado u ekološkoj proizvodnji, u Komiću, kao stado B.

Početak siječnja 2016. započelo je janjenje koje je trajalo do početka travnja. Ovce su se na obje farme janjile početkom godine, u hladnijim mjesecima i ojanjile pretežno jedno janje. Gubici janjadi bili su minimalni, a razlozi su najčešće napad vuka, slabiji blizanac ili pak stara i slaba ovca koja nema dovoljno mlijeka. U oba stada bilo je slučajeva janjenja čak i na snijegu, bez gubitaka, što je također opravdalo odabir pasmine. Tijekom cijele godine ovce su svakodnevno na ispaši. Zimi po osam sati dnevno, a ljeti čak i do 16 sati. Kako se pašnjačke površine protežu na ukupnoj površini od 1 500 ha, na nekoliko lokacija su izgrađeni priručni torovi od drvenih stupova, farmerske žice i pastirske ograde kako bi ovce mogle nesmetano boraviti u njima, čak i u slučaju da je pastir nakratko odsutan. Za zimski obrok se sijeno priprema na vlastitim površinama, no ne s pašnjaka na kojima ovce pasu već na livadama na području oko Krbave.

Staja stada A odgovara uvjetima smještaja s obzirom na podnu površinu, hranidbeni prostor, osvjetljenje i ispušt, prema Pravilniku o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja (Narodne novine, 1/2013.), osim u dijelu rešetkastog poda koji ne smije biti na više od polovice ukupne podne površine. U trenutku prelaska na ekološku proizvodnju bit će potrebno zamijeniti najmanje pola rešetkaste podne površine punim podom. Staja stada B je novosagrađena od drvenog materijala, suha, udobna i prozračna. Unutar staje nalazi se boks za rasplodne ovnove koji su zbog planskog sustava pripusta i razmjene odvojeni u nastambi te imaju vlastite jaslje, posude za vodu i ispušt, karantena (boks za odvajanje grla koja su bolesna) i boksovi za prihranjivanje janjadi. U svrhu istraživanja za provjeru dobrobiti i preventivne zaštite u dva istraživana stada korištene su sljedeće metode: anketiranje voditelja farme, proučavanje dostupnih podataka s farme, opažanja i bilješke, prikupljanje uzorka za koprološku pretragu, pretraga i analiza rezultata pretrage te proučavanje relevantne literature. Od voditelja farmi su prikupljeni pisani materijali. Provedeno je i fotografiranje za vrijeme obilaska farme. Veterinarska stanica Korenica je zadužena za zakonom propisane veterinarske postupke i cijepjenja. Jednom godišnje pristupalo se korekciji papaka kod svih ovaca.

Podaci vezani za provođenje preventive, pojavu bolesti ovaca i liječenje dobiveni su od veterinar na farmama. Zbog utvrđivanja prisutnosti endoparazita, posljedično i zdravstvenog stanja ovaca, obavljene su koprološke pretrage prije i poslije tretiranja antiparaziticima na Zavodu za parazitologiju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u oba stada. Parazitološka dijagnostika obavljena je sljedećim metodama: koprološkom, sedimentacijom i imunofluorescencijom. Uzorci fecesa za pretragu uzeti su od 100 ovaca iz svakog stada. Za oba stada uzorci su sakupljeni na isti način: nasumično, čistom plastičnom žlicom, ujutro odmah nakon puštanja ovaca iz staje u plastične vrećice. Uzorci su uzeti od svježeg izmeta u srpnju 2016., tj. nešto prije tretiranja životinja protiv parazita i u rujnu nakon tretiranja ovaca antiparaziticima. A stado, u prijelaznom razdoblju, tretirano je preparatom Closamectin čije su djelatne tvari ivermektin i klotantel. Stado u ekološkom uzgoju, B stado, tretirano je apliciranjem preparata Monil na način da je svakoj

ovci pomoću „drench“ pištolja u usta aplicirano po 6 ml preparata. S ciljem sprječavanja vanjskih parazitarne bolesti, prvenstveno šuge, u stadu B provelo se kupanje ovaca pripremljenom kupkom koju čine voda i 12,5 %-tno sredstvo Taktic. Kako bi utvrdili je li tretiranje bilo uspješno ponovljena je koprološka pretraga u rujnu 2016.

### Rezultati i rasprava

U oba stada ovaca je glavna hrana paša. Pašnjaci na kojima stada pasu spadaju pod kategoriju krških pašnjaka, na mjestima su oskudni i prekriveni niskim raslinjem, kamenjem i drvećem dok su na ravnim dijelovima uz vrišt i bujad (Udruga uzgajivača lika, 2017.), karakteristične za ove pašnjake, prisutne i kvalitetnije biljne vrste kao npr. stoklasa (*Bromus erectus* Huds.), vlasulja (*Festuca pseudovina* Hack. ex Wiesb.), smilkita (*Lotus corniculatus* L.), lavli zub (*Leontodon hispidus* L.) i krvara (*Sanguisorba muricata* Spach Briq.). Za oba stada za zimsku hranidbu pripremljeno je livadno sijeno u rolu balama težine cca 250 kg na oko 450 ha pašnjaka i oko 90 ha oranica. Brojno stanje u oba stada nakon janjenja može se vidjeti u Tablici 1.

**Tablica 1.** Janjenje

	ukupno ovaca	ojanjeno ovaca	blizanci	uginuća janjadi
Stado A	385	296	6	4
Stado B	417	308	4	7

Izvor: Vlastito istraživanje

Sva muška janjad prodana je za klanje (mase oko 25 kg), kao i dio ženske janjadi koja zbog nekih vidljivih nedostataka nije bila pogodna za daljnji rasplod. S aspekta dobrobiti, obje su farme zadovoljile u ovom postupku s obzirom na to da se šišanju pristupa svake godine u za to predviđeno vrijeme, te s osobitom pažnjom kako se životinje ne bi ozlijedile prilikom lovljenja ili pak samog šišanja. U svrhu višestruke daljnje prerade Bioplod Lika d.d. organizira otkup vune na području cijele Hrvatske i njezino zbrinjavanje u vlastitom sabirnom centru u Slunju.

Kontrola dobrobiti u skladu je s Vučinić (2006.) i Štoković (2006.) tj. obraća se pozornost na fiziološke, bihevioralne i proizvodne pokazatelje kod ovaca te na zdravstveno stanje, svakodnevno od strane veterinaru ili pastira i radnika koji veći dio dana borave s ovacima.

**Tablica 2.** Zdravstveno stanje ovaca prije tretiranja

	zdrave ovce	paraziti	šepavost	šuga	ostalo
Stado A	84	6	10	0	0
Stado B	94	5	0	0	1

Izvor: Interni podaci veterinaru na farmama

Iz Tablice 2. je vidljivo da je stado A prije tretiranja antihelminticima imalo veći broj ovaca obojelih od unutarnjih parazitarne bolesti, kao i veći broj ovaca koje su počele šepati. Parazitološkim pretragama pronađena su jajašca *Moniezia* sp iz roda trakavica, zatim jajašca metilja iz roda *Paramphistomum*, jajašca velikog (*Fasciola hepatica*) i malog metilja (*Dicrocoelium dendriticum*), jajašca želučano-crijevnih nematoda (strongilidnog tipa), te jajašca želučano-crijevnog parazita *Trichuris ovis*. Također su nađene i pojedine oociste *Eimeria* sp. U stadu B šepavost se nije pojavljivala, a jedan ovan je izlučen jer je slomio nogu, što je kategorizirano pod ostalo, dok su parazitološkim pretragama dijagnosticirana jajašca *Dicrocoelium dendriticum*, *Moniezia*, *Trichuris ovis*, pojedine oociste *Eimeria* sp. te pojedina jajašca strongilidnog tipa, a nisu

utvrđena jajašca *Fasciola hepatica* kao niti jajašca iz roda *Paramphistomum*. Nakon dobivenih rezultata parazitološke pretrage, srpanj 2016., a prema odluci veterinara i voditelja farme, stado A tretirano je sredstvom Closamectin protiv unutarnjih i vanjskih parazita. Kako bi se spriječile vanjske parazitarne bolesti, prvenstveno šuga, u stadu B, provelo se kupanje, u vodenom koridoru, s 12,5% sredstvom Tactic. Protiv unutarnjih parazita ovce su tretirane preparatom Monil. Kao učinkovito sredstvo protiv suzbijanja unutarnjih parazita navodi ga i Marinculić (2012.).

Parazitološka analiza, iz rujna 2016., je pokazala da su u uzorcima stada A u odnosu na prvu pretragu u potpunosti nestala jajašca metilja iz roda *Paramphistomum* kao i *Fasciola hepatica*. Isto tako u uzorcima nisu nađena niti jajašca *Trichuris ovis*. No, jajašca trakavica iz roda *Moniezia*, kao i jajašca strongilidnog tipa se pojavljuju još u većem broju nego što je to bio slučaj pri prvom uzorkovanju. Također, pojavljuju se i pojedina jajašca *Nematodirus* sp. koja nisu nađena prije tretiranja. U slučaju stada A, za pretpostaviti je da je sredstvo Closamectin bilo djelomično učinkovito zbog stečene otpornosti prema korištenom sredstvu s obzirom da je korišteno i godinu ranije. Rezultati parazitološke pretrage kod stada B u odnosu na prvu pretragu bili su puno bolji nego kod stada A. Nije došlo do povećanja broja postojećih parazita, (Tablica 3.), kao ni do pojave novih vrsta, štoviše *Moniezia*, *Trichuris ovis* i oociste *Eimeria* se više ne nalaze u uzrocima. Pretpostavka je da je stado B i prije tretiranja bilo u boljem zdravstvenom stanju od stada A, a kod suzbijanja parazita koji se pojavljuju Monil se pokazao kao djelotvornije sredstvo. Ipak za sljedeću godinu poželjno je promijeniti sredstvo da ne bi došlo do rezistencije kao u slučaju sredstva Closamectin.

U stadu A, paraziti iz roda *Paramphistomum* spp. i *Fasciola hepatica* koji su determinirani kod prve koprološke pretrage, uspješno su suzbijeni, a upravo su oni, između ostalog, mogući uzrok masovnih oboljenja i uginuća ovaca kao što to navodi i Šošćarić (2015.).

**Tablica 3.** Zdravstveno stanje ovaca nakon tretiranja

	zdrave ovce	paraziti	šepavost	šuga	ostalo
Stado A	92	6	2	0	0
Stado B	99	0	0	0	1

Izvor: Interni podaci veterinara na farmama

## Zaključak

U stadima ovaca koja su bila predmet istraživanja zadovoljena su propisana načela uzgoja, dobrobiti i zaštite zdravlja ovaca u skladu sa sustavima držanja što potvrđuje pretpostavku istraživanja. Zdravstveni status oba stada bio je zadovoljavajući s obzirom na redovitu kontrolu zdravlja i dobrobiti, te pravilno provedenu preventivnu zaštitu. Stado A, u prijelaznom razdoblju za ekološku proizvodnju, imalo je nešto veću invadiranost parazitima i nakon tretiranja antiparaziticima u odnosu na stado B. Sredstvo Closamectin u stadu A, korišteno je već drugu godinu za redom (možda i više, jer ranijih podataka nema), pa je uočen lošiji zdravstveni status što se može pojasniti mogućnošću da se stvorila rezistencija. Nijedan preparat ne uništava sve parazite, pa čak ni sve razvojne stadije istog parazita, a stalna upotreba istog preparata dovodi do otpornosti na taj preparat. Provedenim tretmanom antiparaziticima iz stada A u potpunosti su nestala jajašca metilja iz roda *Paramphistomum* kao i *Fasciola hepatica*, a u uzorcima nisu nađena niti jajašca *Trichuris ovis*. Stado B je već pri prvoj pretrazi imalo manji broj vrsta parazita tj. u uzorcima se nisu pojavili *Fasciola hepatica* kao niti jajašca iz roda *Paramphistomum*. Nakon tretmana preparatima Monil i Tactic ne dolazi do povećanja broja postojećih parazita, niti do pojave novih vrsta, štoviše *Moniezia* spp., *Trichuris ovis* i oociste *Eimerie* se više ne nalaze u uzrocima.

## Literatura

1. Marinculić, A. (2002): Preventivne bolesti – temelj rentabilnog uzgoja ovaca. Četvrto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza. Varaždinske toplice, 24. i 25.10. 2002. Zbornik radova, 21-26.
2. Marinculić, A. (2012): Parazitarne bolesti. U: Veterinarski priručnik, Medicinska naklada Zagreb. Zagreb, 1492-1565.
3. Mioč, B., Pavić, V., Sušić, V. (2007): Ovčarstvo, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 62-63.
4. Narodne novine, Službeni list 1/2013. Pravilnik o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja.
5. Senčić, Đ., Antunović, Z., Mijić, P., Baban, M., Puškadija, Z. (2011): Ekološka zootehnika, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek, 100-120.
6. Šoštarić, B. (2015): Najznačajnije bolesti ovaca i koza utvrđene tijekom 2015. godine u Republici Hrvatskoj, Zbornik predavanja 17. savjetovanja uzgajivača ovaca i koza, Varaždin, Hrvatska poljoprivredna agencija.
7. Štoković, I. (2006): Zdravlje stada i upravljanje proizvodnjom na mliječnim farmama, Mljekarski list 06/2006., 30-31.
8. Vučinić, M. (2006): Ponašanje, dobrobit i zaštita životinja. Beograd, 279-293.
9. Udruga uzgajivača ovaca „Lika“ (2017): Lička janjetina – oznaka zemljopisnog podrijetla. Specifikacija. [http://www.mps.hr/datastore/filestore/110/IZMJENJENA\\_SPECIFIKACIJA\\_LICKA\\_JANJETINA\\_18072017.pdf](http://www.mps.hr/datastore/filestore/110/IZMJENJENA_SPECIFIKACIJA_LICKA_JANJETINA_18072017.pdf) (20.8.2017.)

## Health condition and welfare of sheep on Bioplod Lika farms

### Abstract

Objective of the paper is to research welfare and health status of sheep (presence of parasite) on Bioplod Lika farms, where sheep are kept in two systems, in organic farming and in the transition period for organic production. All prescribed breeding methods are applied to both herds which were the subject of this research. In both herds primary food source for the sheep is grazing. Control of welfare and health status of sheep is administered on a daily basis, partly by a veterinarian, and partly by shepherds and workers that spend most of their day with the sheep. Herd A was treated with the substance Closamectin against internal and external parasites, whereas substances Tactic and Monil were given to sheep from herd B in order to prevent occurrence of external and internal parasites. Herd A, which was in transition period for organic production had a somewhat larger number of parasites in comparison with herd B. In order to improve health status related to infection with parasitic diseases it is recommended to change antiparasitic substances to prevent creation of resistance, i.e. in order to ensure good health condition of sheep.

**Key words:** Lika Pramenka sheep, sheep welfare, preventative, health condition

## Fenotipska svojstva križevačke kukmaste kokoši

Marija Meštrović<sup>1</sup>, Damir Alagić<sup>1</sup>, Tatjana Jelen<sup>1</sup>, Dražen Čuklić<sup>1</sup>, Marko Jelen<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, M. Demerca 1, Križevci, Hrvatska, email: mmestrovic@vguk.hr

<sup>2</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima – završeni student

### Sažetak

Istraživanje fenotipskih svojstava križevačke kukmaste kokoši bilo je provedeno na pet jata u Koprivničko-križevačkoj županiji u 2017. Broj životinja po gospodarstvima u jatu bio je različit, od 13 do 5 kokoši i 5 do 1 pijetao. Provedeno je mjerenje vrijednosti za devet tjelesnih mjera: širina trupa i glave; dubina prsiju te duljina trupa, batka, piska, glave, kljuna i prsne kosti. Od mjernih instrumenata pri izmjeri su korišteni vrpca i lydtinov štap. Ukoliko se dobivene mjere usporede s vrijednostima iznesenima u ranijim istraživanjima može se uočiti da su postojeće prosječne vrijednosti dobivene u istraživanju manje za mjere dubine prsiju, duljine batka, duljina piska i duljine prsne kosti, a veće za širinu i duljinu trupa te za duljinu kljuna kod kokoši. Usporedbom mjera za pijetlove može se vidjeti da su sve izmjerene vrijednosti u ovom istraživanju manje od ranije navedenih osim za duljinu glave. Iz provedenog istraživanja može se zaključiti kako je potrebno provesti daljnju selekciju rasplodnih kokoši i pijetlova križevačke kukmaste kokoši da bi se dobile fenotipski ujednačene jedinke nakon čega će se moći standardizirati pasmina i raditi na priznavanju križevačke kukmaste kokoši kao autohtone pasmine.

**Ključne riječi:** peradarstvo, križevačka kukmasta kokoš, tjelesne mjere

### Uvod

Križevačka kukmasta kokoš nastala je osamdesetih godina prošlog stoljeća selekcijskim radom na domaćim kokošima uzgajanim u Kalničkom prigorju, koje je karakterizirala osrednja kukmica te srednje teško tijelo. Kako bi se dobile spoznaje o fenotipskim i proizvodnim karakteristikama križevačkih kukmasti kokoši izvršena su opsežnija istraživanja prije tri godine (Meštrović i sur., 2015.), no pasmina još nije standardizirana. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi vrijednosti tjelesnih mjera kokoši i pijetlova na pet gospodarstava sa svrhom međusobne usporedbe i usporedbe s mjerama koje su prvotno predložene kao pasminski standard. Pretpostavlja se da će dobiveni rezultati poslužiti u izradi pasminskog standarda potrebnog za njezino priznavanje kao autohtone pasmine kokoši, a čime će se omogućiti zaštita izvornosti njenih proizvoda, mesa i jaja.

### Križevačka kukmasta kokoš

Prema Posavi i sur. (2004.) križevačka kukmasta kokoš nastala je u osamdesetim godinama 20. stoljeća selekcijskim radom na domaćim kokošima uzgajanim u Kalničkom prigorju. Uzgoj pasmine kukmaste kokoši "Križevačka kukmica" započeli su Josip i Katica Vojta još davne 1984. godine. Rezultat je bio više nego odličan, jer je stvorena pasmina dobrog prirasta, prinosa mesa i jaja, brzo sazrijevajuća i pogodna za tov. Križevačka kukmasta kokoš bila je zanemarena sve

do 2010. godine, dok predsjednik društva za uzgoj malih životinja iz Križevaca Milan Mišir nije krenuo prikupljati rasplodni materijal te započeo intenzivan rad i selekciju iste kokoši. Godinu poslije izvršena je prezentacija Križevačke kukmice za vrijeme održavanja tradicionalnog Križevačkog velikog spravišća. Od 2011. do 2014. godine aktivno je nastavljen uzgoj te je ova pasmina rasprostranjena po cijeloj Hrvatskoj. Pintić i sur. (2008.) navode da su osnova uzgojnoga rada bile domaće kokoši uzgajane u okolici Križevaca, koje je karakterizirala osrednja kukmica, srednje krupno tijelo s dvojnim proizvodnim osobinama, za meso i jaja, te dobra otpornost. Odabirane autohtone kokoši križevačkoga kraja planski su križane s pijetlovima orpington pasmine. Uzgojni cilj bio je stvoriti atraktivnu izložbenu kokoš koja će zadržati proizvodna svojstva i otpornost domaće kokoši toga kraja. Pintić i sur. (2010.) navode da je ova pasmina kokoši prilagođena dvojakom načinu uzgoja, slobodnom potpuno ekstenzivnom načinu i poluintenzivnom. Istraživanjem su utvrđene prosječne vrijednosti tjelesnih i gospodarskih odlika. Kako bi se dobile spoznaje o njihovim fenotipskim i proizvodnim karakteristikama provedeno je istraživanje (Meštrović i sur., 2015.) s ciljem utvrđivanja vrijednosti tjelesnih mjera kokoši i pijetlova te određivanja izgleda i kakvoće jaja. U istraživanje su bile uključene kokoši i pijetlovi s četiri obiteljska gospodarstva na području grada Križevaca. Tjelesne mase pijetlova u dobi od 6 i 12 mjeseci u prosjeku su iznosile 2,33 i 2,95 kg, a kod kokoši u istoj dobi 2,06 i 2,71 kg. Isti autori navode da je križevačka kukmasta kokoš skladnog tijela kvadratnog oblika i bujnog perja žute boje obrubljenog tamnom gotovo crnom bojom. Glava je srednje veličine s kukmicom narančasto-žute boje kod pijetlova, a crno-smeđe kod kokoši. Boja nogu kod pijetlova bila je blijedo-roza boje, dok su kod kokoši samo kod dvije životinje noge bile blijedo-roza boje, a kod ostalih sive. Podušnjaci su kod svih životinja bili crvene boje. Utvrđene su prosječne tjelesne mase i vrijednosti tjelesnih izmjera kokoši i pijetlova u dobi od 6 i 12 mjeseci za koje se može smatrati da su dosadašnji standard i koje su prikazane kako slijedi u Tablici 1.

**Tablica 1.** Prosječne tjelesne mase i vrijednosti tjelesnih izmjera

	Pijetlovi 6 mjeseci	Pijetlovi 12 mjeseci	Kokoši 6 mjeseci	Kokoši 12 mjeseci
Broj životinja	4	4	20	20
Tjelesna masa, kg	2,33 ± 0,12	2,95 ± 0,26	1,91 ± 0,16	2,62 ± 0,27
Duljina trupa, cm	20,75 ± 0,50	22,67 ± 0,29	19,07 ± 0,79	20,22 ± 0,87
Duljina prsne kosti, cm	14,75 ± 2,72	17,33 ± 0,58	14,79 ± 0,95	15,56 ± 0,73
Duljina batka, cm	17,38 ± 2,06	18,17 ± 1,04	15,29 ± 0,76	15,72 ± 0,44
Duljina piska, cm	13,00 ± 2,16	13,67 ± 0,29	10,50 ± 0,87	11,17 ± 0,94
Širina trupa, cm	8,00 ± 0,82	7,83 ± 1,04	7,57 ± 0,61	7,78 ± 0,36
Dubina prsiju, cm	15,13 ± 1,03	16,00 ± 0,50	13,29 ± 0,57	14,28 ± 0,97
Duljina glave, cm	7,92 ± 0,57	8,37 ± 0,35	7,65 ± 0,18	7,68 ± 0,38
Duljina kljuna, cm	2,13 ± 0,21	2,20 ± 0,10	2,01 ± 0,21	2,11 ± 0,12
Širina glave, cm	3,29 ± 0,28	3,57 ± 0,18	3,03 ± 0,24	3,11 ± 0,12
Širina piska, cm	1,63 ± 0,17	1,78 ± 0,16	1,38 ± 0,09	1,52 ± 0,09

Izvor: Meštrović i sur., (2015.)

U istraživanju Meštrović i sur. (2015.) pijetlovi u dobi od dvanaest mjeseci postižu prosječnu tjelesnu masu od 2,95 kg, a kokoši 2,62 kg. Time ih se prema Uremoviću i sur., (2002.) može ubrojiti u kombiniranu pasminu kokoši. Križevačke kukmaste kokoši su teže od kokoši hrvatica koje u dobi od godinu dana u prosjeku postižu prosječnu tjelesnu masu od 2,15 kg (Janječić i sur., 2007.).

## Materijal i metode

U istraživanje je bilo uključeno pet jata kokoši i pijetlova s tri obiteljska gospodarstva na području grada Križevaca, jato sa Visokoga gospodarskog Učilišta u Križevcima i jato jednog uzgajivača na području Vrbovca. U tabličnom prikazu rezultata istraživanja gospodarstva su označena brojevima od 1 do 5. Broj životinja po gospodarstvima je različit, a ovisi o zatečenom broju jedinki u jatu za vrijeme mjerenja. Najveći broj kokoši izmjeren je na gospodarstvu 5, 13 kokoši, zatim 10 kokoši na gospodarstvu 3, šest na gospodarstvu 4 i najmanje po 5 na gospodarstvima 1 i 2. Najveći broj pijetlova, 5 bio je također na gospodarstvu 5, po 2 su izmjerena na gospodarstvima 2, 3 i 4 i 1 pijetao na gospodarstvu 1. Provedeno je mjerenje vrijednosti za devet tjelesnih mjera: širina trupa i glave; dubina prsiju te duljina trupa, batka, piska, glave, kljuna i prsne kosti. Od mjernih instrumenata korišteni su vrpca i lydtinov štap. Izmjerna tjelesnih mjera provedena je prema opisu metoda mjerenja Meštrović i sur. (2015.), a dobivene vrijednosti mjerenja uspoređene su s mjerenjima u spomenutom istraživanju. Za širinu trupa je uzimana mjera na međusobno najudaljenijim točkama rebara. Za duljinu trupa kao ishodišne točke služili su vrh sjedne kosti s jedne strane i frontalni rub ključne kosti s druge strane. Dubina prsiju je mjerena od najdublje točke prsne kosti do leđnog kralješka koji leži iznad te točke. Duljina batka mjerena je od koljenog do tarzalnog zgloba, a duljina piska od tarzalnog do metatarzalnog zgloba. Duljina glave je utvrđena tako da je mjeren razmak od vrška kljuna do njemu nasuprot ležeće točke zatiljka. Duljina kljuna mjerena je od vrška kljuna pa do točke učvršćivanja kljuna na glavi, odnosno do mjesta gdje se kljun veže sa nosnom kosti. Za širinu glave uzimana je mjera međusobno udaljenih arcus zygomaticus-a. Za duljinu prsne kosti mjerena su ishodišta kranijalnog i kaudalnog vrha kosti. Svi dobiveni podaci statistički su obrađeni pomoću MS Excela.

## Rezultati i rasprava

Prosječne vrijednosti tjelesnih mjera kokoši po gospodarstvima prikazane su u Tablici 2. Kod kokoši je najveća širina trupa (8,8 cm) zabilježena na gospodarstvu 1 uz najveću varijabilnost za tu mjeru. Duljina trupa, duljina prsne kosti i duljina kljuna bile su najveće na gospodarstvu 5 (redom: 20,65; 23,08 i 3,2 cm). Najveću dubinu prsiju (10,9 cm) su imale kokoši na drugom gospodarstvu. Na četvrtom gospodarstvu su bile zabilježene najviše vrijednosti za duljinu batka (13,33 cm), duljinu piska (9,75 cm) i širinu glave (3,28 cm), dok je duljina glave bila najveća (8,11 cm) na gospodarstvu 3.

**Tablica 2.** Prosječne vrijednosti tjelesnih mjera kokoši po gospodarstvima (cm)

Gospodarstvo	širina trupa	duljina trupa	dubina prsiju	duljina batka	duljina piska	duljina glave	duljina kljuna	širina glave	duljina prsne kosti
1 (n=5)	8,8±0,64*	20,3±1,04	8,2±0,72	13±0,80	9,00±0,00	7,6±0,16	2,82±0,14	3,08±0,10	20,2±0,92
2 (n=5)	8,5±0,50	20,9±0,74	10,9±0,55	12,8±1,04	9,7±1,04	7,4±0,65	2,96±0,09	3,04±0,23	20±1,41
3(n=10)	7,3±0,58	18,7±1,73	8,38±1,13	11,43±1,6	8,25±0,98	8,11±0,49	3,1±0,22	3,1±0,25	16,4±1,66
4 (n=8)	8,42±0,38	20,08±1,6	9,42±1,11	13,33±1,3	9,75±0,42	7,58±0,20	2,98±0,22	3,28±0,28	19,58±1,1
5(n=13)	7,37±0,55	20,65±1,6	10,58±0,9	11,12±0,8	9,35±0,63	7,91±0,68	3,20±0,28	3,15±0,27	23,08±2,5

\*standardna devijacija

U Tablici 3. prikazane su prosječne vrijednosti tjelesnih mjera za pijetlove po gospodarstvima. Na gospodarstvu 2 je zabilježen najveći broj (5) najboljih prosječnih vrijednosti za tjelesne mjere i to za širinu trupa (10,5 cm) i duljinu trupa (22 cm) uz relativno visoku varijabilnost, te za duljinu piska, duljinu glave i duljinu kljuna (11,75 cm; 9,25 cm; 3,85 cm), a na gospodarstvu 4 za četiri tjelesne mjere (duljinu trupa 22 cm, duljinu batka 16 cm, širinu glave 3,55 cm i duljinu prsne kosti 24 cm).

**Tablica 3.** Prosječne vrijednosti tjelesnih mjera pijetlova po gospodarstvima (cm)

Gosp.	širina trupa	duljina trupa	dubina prsiju	duljina batka	duljina piska	duljina glave	duljina kljuna	širina glave	duljina prsne kosti
1 (n=1)	10,1	21,1	<b>13,6</b>	15,5	11,7	8,5	3,48	3,5	21,6
2 (n=2)	<b>10,5±2,12*</b>	<b>22±2,83</b>	12,25±1,77	15,5±0,71	<b>11,75±1,06</b>	<b>9,25±0,35</b>	<b>3,85±0,21</b>	3,5±0,00	22,5±0,71
3 (n=2)	9,5±0,71	20,5±2,12	11±0,00	<b>16±0,00</b>	10,5±0,71	9±0,71	3,15±0,21	3,45±0,21	19,5±0,71
4 (n=2)	9,25±1,06	<b>22±0,00</b>	11,5±2,12	<b>16±0,71</b>	11,5±0,71	8,5±0,00	3,45±0,07	<b>3,55±0,07</b>	<b>24±1,41</b>
5 (n=5)	10,1±1,24	21,1±2,97	<b>13,6±2,07</b>	15,5±1,32	11,7±0,67	8,5±0,50	3,48±0,40	3,5±0,50	21,6±4,51

\*standardna devijacija

Najbolje prosječne vrijednosti za po jednu mjeru zabilježene su na gospodarstvu 5 za dubinu prsiju (13,6 cm) i na gospodarstvu 3 za duljinu batka (16 cm).

Prosječne vrijednosti tjelesnih mjera za kokoši i pijetlove u istraživanju prikazane su u Tablici 4. Može se zaključiti da je varijabilnost u gotovo svim mjerama i na kokošima i na pijetlovima visoka što ukazuje na potrebu ujednačavanja rasplodnih jata kako bi se mogao što preciznije odrediti pasminski standard. Ukoliko se dobivene mjere usporede s vrijednostima iznesenima u istraživanjima Meštrović i sur. 2015. može se uočiti da su postojeće prosječne vrijednosti dobivene u istraživanju manje za mjere dubine prsiju, duljine batka, duljina piska i duljine prsne kosti, a veće za širinu i duljinu trupa te za duljinu kljuna kod kokoši. Usporedbom mjera za pijetlove može se vidjeti da su sve izmjerene vrijednosti u ovom istraživanju manje od ranije navedenih osim za duljinu glave.

**Tablica 4.** Prosječne vrijednosti tjelesnih mjera kokoši i pijetlova u istraživanju (cm)

	širina trupa	duljina trupa	dubina prsiju	duljina batka	duljina piska	duljina glave	duljina kljuna	širina glave	duljina prsne kosti
Prosjeck kokoši	<b>8,08</b>	<b>20,13</b>	<b>9,50</b>	<b>12,34</b>	<b>9,21</b>	<b>7,72</b>	<b>3,01</b>	<b>3,13</b>	<b>19,85</b>
sd	<b>0,69</b>	<b>0,86</b>	<b>1,23</b>	<b>0,99</b>	<b>0,62</b>	<b>0,28</b>	<b>0,14</b>	<b>0,09</b>	<b>2,37</b>
max	8,80	20,90	10,90	13,33	9,75	8,11	3,20	3,28	23,08
min	7,30	18,70	8,20	11,12	8,25	7,40	2,82	3,04	16,40
Prosjeck pijetlovi	<b>9,89</b>	<b>21,34</b>	<b>12,39</b>	<b>15,70</b>	<b>11,43</b>	<b>8,75</b>	<b>3,48</b>	<b>3,50</b>	<b>21,84</b>
sd	<b>0,51</b>	<b>0,65</b>	<b>1,19</b>	<b>0,27</b>	<b>0,53</b>	<b>0,35</b>	<b>0,25</b>	<b>0,04</b>	<b>1,63</b>
max	10,50	22,00	13,60	16,00	11,75	9,25	3,85	3,55	24,00
min	9,25	20,50	11,00	15,50	10,50	8,50	3,15	3,45	19,50

## Zaključak

Provedeno je istraživanje u kojem su izvršene izmjere tjelesnih mjera kokoši i pijetlova križevačke kukmaste kokoši.

Kod kokoši je najveća širina trupa (8,8 cm) zabilježena na gospodarstvu 1 uz najveću varijabilnost za tu mjeru. Duljina trupa, prsne kosti i kljuna bile su najveće na gospodarstvu 5 (redom: 20,65 cm; 23,08 cm i 3,1 cm). Najveću dubinu prsiju (10,9 cm) su imale kokoši na drugom gospodarstvu. Na četvrtom gospodarstvu su bile zabilježene najviše vrijednosti za duljinu batka (13,33 cm) i piska (9,75 cm) i širinu glave (3,28 cm), dok je duljina glave bila najveća (8,11 cm) na gospodarstvu 3. Za pijetlove je na gospodarstvu 2 zabilježen najveći broj najboljih prosječnih vrijednosti za tjelesne mjere i to za širinu trupa (10,5 cm) i duljinu trupa (22 cm) uz relativno visoku



varijabilnost, te za duljinu piska, glave i kljuna (11,75 cm; 9,25 cm; 3,85 cm), a na gospodarstvu 4 za četiri tjelesne mjere (duljinu trupa 22 cm i batka 16 cm, širinu glave 3,55 cm i duljinu prsne kosti 24 cm). Najbolje vrijednosti za po jednu mjeru zabilježene su na gospodarstvu 5 za dubinu prsiju (13,6 cm) i na gospodarstvu 3 za duljinu batka (16 cm). Iz provedenog se istraživanja može zaključiti kako je potrebno provesti daljnju selekciju rasplodnih kokoši i pijetlova križevačke kukmaste kokoši da bi se dobile fenotipski ujednačene jedinke nakon čega će se moći standardizirati pasmina i raditi na priznavanju križevačke kukmaste kokoši kao autohtone pasmine.

### Literatura

1. Janječić, Z., Mužić, S., Herak-Perković, V. (2007): Proizvodnost kokoši Hrvatica. *Praxis veterinaria*, 55, 117-124.
2. Meštrović, M., Janječić, Z., Bedeković, D., Duvnjak, G. (2015): Fenotipska obilježja križevačke kukmaste kokoši: Zbornik radova XI. simpozija "Peradarski dani 2015." / Balenović, M. (ur.). Zagreb: Hrvatski veterinarski institut, Centar za peradarstvo, 125-128.
3. Pintiće, V., Pintiće-Pukec, N., Poljak, F., Vojta, K., Meštrović, M., Flajpan, S., Mihalić, Z. (2008): Križevačka kukmica 55, *Stočarstvo* 62:2008 (1) 55-57.
4. Pintiće, V., Meštrović, M., Jelen, T., Marenčić, D., Pintiće Pukec, N. (2010): Tjelesne i gospodarske odlike križevačke kukmice. Zbornik sažetaka „2. Konferencija o izvornim pasminama i sortama kao dijelu prirodne i kulturne baštine s međunarodnim sudjelovanjem“ Poreč, 83.
5. Posavi, M., Ozimec, R., Ernoić, M., Poljak, F. (2004): Enciklopedija hrvatskih domaćih životinja. Katarina Zrinski, Varaždin.
6. Uremović, Z., Uremović, M., Pavić, V., Mioč, B., Mužić, S., Janječić, Z. (2002): *Stočarstvo*. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 513-626.

## Phenotypic traits of Križevci crested hen

### Abstract

Research of phenotypic traits of Križevci crested hen was conducted on five flocks in Koprivnica-Križevci County in 2017. The number of animals on farms varied between 5 – 13 hens and 1 – 5 roosters. The research comprised measuring of nine body measurements: body and head width; beak length; and body, chest, rump, fistula, head and length of the chest bone. Tape and Lydttin stick were used as measuring instruments to administer measuring. When comparing obtained measured values to the values from previous research it can be observed that the existing average values obtained within this research are significantly lower for chest depth, rump length, fistula length and length of the chest bone, and bigger for body width and length beak length in hens. Comparison of measured values for roosters indicates that all measured values in this research are lower than values from previously conducted research, except for measured value for the head length. It can be concluded that it is necessary to administer further selection of breeding hens and roosters of Križevci crested hen in order to obtain phenotypically standard animals. This will enable standardisation of the breed and acknowledgement of Križevci crested chicken as autochthonous breed.

**Key words:** poultry breeding, Križevci crested hen, body measurements

## Fenotipske odlike Merinolandschaf ovaca tijekom sisajućeg razdoblja u ekološkom uzgoju

Josip Novoselec, Luka Šramek, Željka Klir, Mario Ronta, Zvonko Antunović

Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1,  
Osijek, Hrvatska, e-mail: jnovoselec@pfos.hr

### Sažetak

Cilj ovoga istraživanja je utvrditi fenotipske odlike Merinolandschaf ovaca tijekom proizvodnog zahtjevnog sisajućeg razdoblja u ekološkom uzgoju. Ovce u prvom mjesecu laktacije (razdoblje sisanja) nisu mogle zadovoljiti svoje hranidbene potrebe najvećim dijelom zbog povećane proizvodnje mlijeka, što je dovelo do značajnog ( $P<0,01$ ) pada tjelesne mase i indeksa tjelesne razvijenosti. Nakon drugog mjeseca sisanja utvrđen je značajan ( $P<0,05$ ) porast tjelesne mase i indeksa tjelesne razvijenosti ovaca. Unatoč padu indeksa tjelesne kondicije ovaca u razdoblju sisanja od 30. do 60. dana i padu indeksa tjelesne kondicije, ali blažem u razdoblju od 60. do 90. dana ovce su bile dobre tjelesne kondicije.

**Ključne riječi:** Merinolandschaf ovca, sisajuće razdoblje, tjelesne mjere, indeksi tjelesne razvijenosti

### Uvod

Ekološko ovčarstvo se u svijetu, pa tako i Republici Hrvatskoj, sve više širi. Ovca je preživljač skromnih zahtjeva. Otporna je, izdržljiva, prilagodljiva, te pomalo nestašna i svojevlava životinja pogodna za ekološki uzgoj. Ekološka poljoprivreda obuhvaća cijeli sustav upravljanja poljoprivrednim gospodarstvom i proizvodnjom hrane. Ima značaj u proizvodnji hrane visoke hranidbene vrijednosti, uz očuvanje okoliša. Ekološko stočarstvo teži uzgoju životinja na prihvatljiv način, uz dobivanje visokovrijednih namirnica za prehranu ljudi, a podrazumijeva uzgoj manjeg broja životinja na većem prostoru gdje se posebna pažnja posvećuje dobrobiti životinja i mogućnosti prirodnog ponašanja (Senčić i sur., 2011.). Ovce u ekološkom uzgoju većinu godine borave na pašnjacima s nadstrešnicama, gdje same uzimaju hranu, odnosno pasu uz minimalan dodatak koncentriranih krmiva, koje je također ekološkog podrijetla. Republika Hrvatska ima velike certificirane ekološke površine, te je pogodna za ekološki uzgoj ovaca. Idealna područja su brdski krajevi s netaknutom i nezagađenom prirodom gdje je bavljenje ratarstvom teško, a postoje brojne livade i pašnjačke površine primjerene za ispašu ovaca (Mioč i sur., 2011.). Antunović (2011.) navodi da ekološki uzgoj potiče oporavak staništa, a formiranje mješovitog uzgoja poput ovca-koza ili krava-ovca traži više ljudskog rada i troškove, što dovodi do veće zaposlenosti i ostanka ljudi u ruralnim krajevima. Uzgojni ciljevi u konvencionalnoj ovčarskoj proizvodnji usmjereni su na podizanje proizvodnosti ovaca, dok su u sustavima ekološkog uzgoja ovaca uzgojni ciljevi znatno širi i uključuju održivost, zdravlje, dugovječnost, vitalnost, plodnost i proizvodnost stada, te njihove međusobne interakcije. Značajan problem u ekološkoj stočarskoj proizvodnji, pa tako i ovčarskoj, može biti osiguranje optimalnih obroka potrebnih za odgovarajuću proizvodnost i održavanje tjelesne kondicije. To je osobito izraženo u mladim životinja, te životinja u zahtjevnim proizvodnim fazama kao što su laktacija i sisajuće razdoblje. Tijekom

laktacije i sisanja, ako obroci za životinje nisu odgovarajući u pogledu hranjivih tvari, može doći do trošenja tjelesnih pričuva, te pada tjelesne mase i kondicije životinja. U ranoj laktaciji kada je visoka proizvodnja mlijeka i u razdoblju sisanja, osobito u ekološkom uzgoju obično dolazi do smanjenja tjelesne mase i kondicije životinja, a povećanje tjelesne mase i kondicije se javlja odmicanjem laktacije i padom proizvodnje mlijeka ili odbićem janjadi (INRA, 1988.; Caballero i sur., 1992.; Kenyon i sur., 2014.; Benchohra i sur., 2014.). Merinolandschaf pasmina ovaca je kombiniranih proizvodnih osobina (meso, vuna), iza Romanovske druga po zastupljenosti uvozna pasmina ovaca u Republici Hrvatskoj (HPA, 2017.). Spada u najprilagođenije pasmine ovaca u Europi i šire. Cilj ovoga istraživanja je utvrditi fenotipske odlike Merinolandschaf ovaca tijekom proizvodno zahtjevnog sisajućeg razdoblja u ekološkom uzgoju.

### Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na ekološkom obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu u naselju Gašinci (Osječko-baranjska županija). Gospodarstvo se bavi uzgojem Merinolandschaf pasmine ovaca isključivo za proizvodnju janječeg mesa. Na farmi se uzgaja 300 ovaca, te njihova janjad. Gospodarstvo raspolaže s 50 hektara ekoloških pašnjaka na kojima ovce tijekom cijele godine borave na otvorenom, a zimi ukoliko ima snijega i pri niskim temperaturama, te u razdoblju janjenja su u staji. U zimskom razdoblju, uz pašu, ovce i janjad se dohranjuju ekološkim sijenom djetelinsko travnih smjesa, te ekološkom prekrupom kukuruza, ječma i tritikala. Uzimanje tjelesnih mjera provedeno je na 12 ovaca u dobi 3-6 godina 30. 60. i 90. dana sisajućeg razdoblja. Tjelesne mjere: visina grebena, dužina trupa, širina prsa, dubina prsa, uzete su uz pomoć Lydtinovog štapa, a opseg trupa, buta i cjevanice, te dužine buta pomoću stočne vrpce. Tjelesna masa ovaca utvrđena je stočnom vagom. Indeks tjelesne kondicije određen je prema Russelu (1991.), a indeksi anamorfoznosti i tjelesnih proporcija prema Chiofalu i sur. (2004.). Dobiveni rezultati statistički su obrađeni primjenom paketa SAS 9.3.

### Rezultati i rasprava

Analizom Tablice 1. vidljivo je da je odmicanjem laktacije (30-60 dana) došlo do značajnog ( $P<0,01$ ) pada tjelesne mase ovaca. Ovce su prosječno izgubile 4,54 kg u razdoblju između prva dva mjerenja. Nakon 60 dana laktacije vidljiv je oporavak ovaca, odnosno tjelesna masa ovaca je značajno ( $P<0,05$ ) porasla do 90 dana laktacije (3,6 kg). U razdoblju sisanja od 30. od 60. dana utvrđeno je značajno ( $P<0,05$ ) smanjenje opsega trupa kod prsa za 4,33 cm. Nakon 60. dana sisanja vidljiv je trend porasta opsega trupa kod prsa (1,58 cm), ali bez značajnih razlika. Slično, odmicanjem razdoblja sisanja (60 dana) utvrđeno je smanjenje opsega trupa kod buta, dužine i opsega buta, a zatim porast navedenih pokazatelja (90. dana), ali razlike nisu bile statistički značajne. Značajan ( $P<0,001$ ) pad tjelesne mase ovaca (7 kg) u 8. tjednu sisajućeg razdoblja utvrdili su i Ishmais i sur. (2004.) u Awassi ovaca. Isti autori su kod Awassi ovaca u kojih je janjad rano odbijena (2 dana nakon janjenja) utvrdili značajan ( $P<0,001$ ) porast tjelesne mase. U prvim tjednima laktacije, odnosno razdoblja sisanja, ovce ne mogu zadovoljiti hranidbene potrebe za proizvodnju mlijeka unatoč naglom porastu probavnog kapaciteta (Caballero i sur., 1992.), što možemo povezati s padom njihove tjelesne mase i kondicije. U skladu s predmetnim istraživanjem, značajan pad tjelesne mase u prva dva mjeseca laktacije u Rembi ovaca utvrdili su Benchohra i sur. (2014.). Isti autori utvrdili su oporavak tjelesne mase, odnosno značajan porast u trećem i četvrtom tjednu laktacije, a što je u skladu s istraživanjima Floresa (2004.). Neodgovarajuća količina energije u obrocima (negativan energetski balans) tijekom razdoblja sisanja ili laktacije dovodi do pada tjelesne mase ovaca, što može utjecati na ekspresiju estrusa, odnosno aktivnost jajnika preko umanjene aktivnosti luteinizirajućeg hormona (Schillo, 1992.).

**Tablica 1.** Fenotipske odlike Merinolandschaf ovaca tijekom sisajućeg razdoblja

Pokazatelji, cm	Sisajuće razdoblje, dani			SEM	P- vrijednost
	30.	60.	90.		
	Mean ± sd	Mean ± sd	Mean ± sd		
T.M., kg	66,71 <sup>a</sup> ± 5,16	62,17 <sup>ba</sup> ± 6,94	65,08 <sup>b</sup> ± 6,97	1,09	0,002
V.G.	66,03 ± 2,89	67,08 ± 2,58	65,08 ± 2,89	0,47	0,087
D.T.	72,62 ± 5,05	73,46 ± 5,91	70,92 ± 5,12	0,89	0,352
D.P.	29,45 ± 2,48	29,71 ± 1,27	28,42 ± 1,61	0,32	0,089
Š.P.	21,58 ± 1,96	22,17 ± 2,10	21,79 ± 2,16	0,34	0,676
O.T.P	104,50 <sup>a</sup> ± 7,17	100,17 <sup>b</sup> ± 7,03	101,75 ± 6,93	1,18	0,037
O.T.B.	106,58 ± 10,19	104,58 ± 7,70	107,42 ± 7,31	1,39	0,448
O.C.	8,56 ± 0,64	8,63 ± 0,31	8,46 ± 0,54	0,08	0,614
D.B.	31,21 ± 2,49	29,13 ± 2,32	29,25 ± 3,33	0,47	0,992
O.B.	48,79 ± 1,43	45,96 <sup>a</sup> ± 3,96	50,25 <sup>b</sup> ± 3,98	0,61	0,053

Mean = srednja vrijednost; sd = standardna devijacija; SEM = srednja standardna pogreška; A,B,P<0,01; T.M. = tjelesna masa; V.G. = visina grebena; D.T. = dužina trupa; D.P. = dubina prsa; Š.P. = širina prsa; O.T.P. = opseg trupa kod prsa; O.T.B. = opseg trupa kod buta; O.C. = opseg cjevanice; D.B. = dužina buta; O.B. = opseg buta

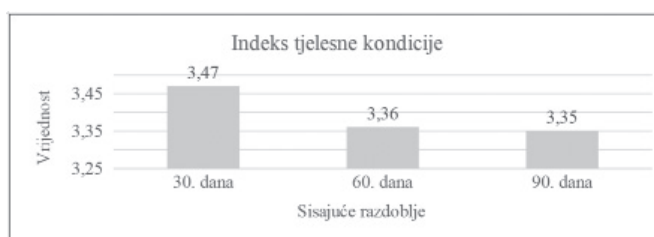
Sisanje janjadi dovodi to pada tjelesne mase u ovaca, produžuje laktaciju i odgađa aktivaciju jajnika, odnosno pojavu estrusa u ovaca majki nakon poroda (Ishmais i sur., 2004.). U predmetnom istraživanju vidljiv je značajan pad tjelesne mase, ali ubrzo i njen značajan oporavak. Odgovarajuća hranidba tijekom sisajućeg razdoblja ili laktacije rezultira blagim padom tjelesne mase ovaca, te daje priliku da one ostvare svoj puni genetski potencijal za proizvodnju mlijeka.

**Tablica 2.** Indeksi tjelesne razvijenosti Merinolandschaf ovaca tijekom sisajućeg razdoblja

Pokazatelji	Sisajuće razdoblje, dani			SEM	P- vrijednost
	30.	60.	90.		
	Mean ± sd	Mean ± sd	Mean ± sd		
I.A.	166,17 <sup>a</sup> ± 21,89	150,32 <sup>b</sup> ± 20,82	159,72 ± 20,12	3,57	0,009
I.T.P.	101,09 <sup>a</sup> ± 7,37	92,68 <sup>ba</sup> ± 9,73	99,89 <sup>a</sup> ± 8,17	1,51	0,001
I.P.	73,32 ± 3,99	74,66 ± 6,93	76,77 ± 7,23	1,04	0,214
I.Š.P.	32,69 ± 2,62	33,12 ± 3,69	33,52 ± 3,37	0,53	0,737
I.T.K.	144,42 ± 12,54	136,69 ± 8,28	143,66 ± 7,21	1,66	0,055
I.M.	158,45 <sup>a</sup> ± 11,51	149,47 <sup>ba</sup> ± 11,09	156,47 <sup>b</sup> ± 10,44	1,89	0,005
I.T.M.	1,01 <sup>a</sup> ± 0,07	0,93 <sup>ba</sup> ± 0,09	0,99 <sup>b</sup> ± 0,08	0,01	0,001
I.D.N.	55,39 ± 3,14	55,65 ± 2,71	56,29 ± 2,44	0,45	0,654
I.T.KD.	3,47 ± 0,29	3,36 ± 0,45	3,35 ± 0,55	0,07	0,665

Mean = srednja vrijednost; sd = standardna devijacija; SEM = srednja standardna pogreška; a,b, P<0,05; I.A. = indeks anamorfoznosti; I.T.P. = indeks tjelesnih proporcija; I.P. = indeks prsa; I.Š.P. = indeks širine prsa; I.T.K. = indeks tjelesne kompaktnosti; I.M. = indeks mišićavosti; I.T.M. = indeks tjelesne mase; I.D.N. = indeks dužine nogu; I.T.KD. = indeks tjelesne kondicije

Iz Tablice 2. vidljiv je statistički značajno ( $P < 0,01$ ) manji indeks anamorfoznosti u razdoblju sisanja od 30. do 60. dana, a nakon toga njegovo povećanje do 90. dana. Također, utvrđen je statistički značajno ( $P < 0,01$ ) manji indeks tjelesnih proporcija 60. dana u odnosu na 30. dan sisanja, a značajno ( $P < 0,05$ ) viši 90. dana sisanja. Sličan trend, odnosno statistički značajno ( $P < 0,01$ ) manji indeks mišićavosti i indeks tjelesne mase utvrđen je 60. dana laktacije u odnosu na 30. dan laktacije, a nakon toga uočljiv je njegov porast ( $P < 0,05$ ) do 90. dana sisanja. Indeksi tjelesne razvijenosti prate tjelesne mjere ovaca.



**Grafikon 1.** Indeks tjelesne kondicije ovaca tijekom sisajućeg razdoblja

U sisajućem razdoblju (30.- 60. dana), vidljiv je nagli pad indeksa tjelesne kondicije za 0,11, a sličan negativan, ali blaži trend, vidljiv je i u razdoblju sisanja od 30. do 60. dana, međutim razlike nisu bile statistički značajne (Grafikon 1.). Ishmais i sur. (2004.) su utvrdili značajan ( $P < 0,05$ ) pad indeksa tjelesne kondicije u Awassi ovaca u 8 tjednu sisanja, dok su kod ovaca u kojih je janjad rano obijena (2 dana poslije poroda) utvrdili značajan porast indeksa tjelesne kondicije. Analiza indeksa, a osobito tjelesne kondicije, dobra je i praktična metoda kojom možemo pratiti hranidbeni status životinja (Whitney i sur., 2009.). Indeks tjelesne kondicije prema INRA (1988.) kod janjenja bi trebao iznositi 3,25 do 3,5, a može pasti i na minimum od 2 do 2,5 u šestom i sedmom tjednu laktacije. Prosjek indeksa tjelesne kondicije u ovom istraživanju tijekom 90. dana laktacije je 3,39, što je zadovoljavajuće i unutar je poželjnih vrijednosti.

## Zaključak

Sisajuće razdoblje ili laktacija je jedno od najzahtjevniji proizvodnih razdoblja za ovce tijekom kojeg imaju i najviše hranidbene potrebe. U prvim mjesecima razdoblja sisanja ovce ne mogu zadovoljiti nagle i velike hranidbene potrebe za proizvodnju mlijeka, unatoč naglom porastu probavnog kapaciteta, što dovodi do pada njihove tjelesne mase i kondicije. U predmetnom istraživanju utvrđeno je značajno smanjenje tjelesne mase, opsega trupa kod prsa, indeksa anamorfoznosti, indeksa tjelesnih proporcija, indeksa mišićavosti i indeksa tjelesne mase u razdoblju sisanja od 30. do 60. dana. U razdoblju sisanja od 60. do 90. dana vidljiv je oporavak navedenih pokazatelja u ovaca. Indeksi tjelesne razvijenosti, osobito indeks tjelesne kondicije, pratili su tjelesne mjere ovaca, ali i ukazali na dobru tjelesnu kondiciju ovaca i odgovarajuću hranidbu.

## Literatura

1. Antunović, Z. (2011): Ekološki uzgoj ovaca i koza. U Senčić, Đ., Antunović, Z., Mijić, P., Baban, M., Puškadija: Ekološka zootehnika. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. 92. – 123.
2. Benchohra, M., Amara, K., Kalbaza, A. Y., Hemida, H. (2014): Body Weight Changes of Non-dairy Rembi Sheep During Lactation Period in Tiaret District, Algeria. *Global Veterinaria*, 12 (5), 617-621.
3. Caballero, R., Rioperez, J., Fernandez, E., Arauzo, M., Hernaiz, P.J. (1992): Performance of Manchega ewes grazing cereal stubes and cultivated pastures. *Small Ruminant. Res.*, 7, 315-329.

4. Chiofalo, V., Liotta, L., Chiofalo, B. (2004): Effect of the administration of Lactobacilli on body growth and on the metabolic profile in growing Maltese goats kids. *Reproduction of Nutrition Development*, 44, 449-457.
5. Flores, C., (2004): Improving performance of sheep using fibrolytic enzymes in dairy ewe and malate in fattening lambs. Ph D Thesis, Autonomous Univ. of Barcelona., pp: 106.
6. HPA, (2017): Godišnje izvješće. Ovčarstvo, kozarstvo i male životinje. Križevci. 10.
7. INRA, (1988): Alimentation, des bovinos, ovni set capris. Institut national de la recherche agronomique (INRA), Paris. 312.
8. Ishmais, M. A. A., Kridli, R. T., Omer1, S. A. (2004): Body Weight Change, Milk Production and Reproductive Parameters in Suckled vs. Non-suckled Awassi Ewes. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 17 (9), 1236-1240.
9. Kenyon, P.R., Maloney, S.K., Blache, D. (2014.): Review of sheep body condition score in relation to production characteristics. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 57 (1), 38-64.
10. Mioč, B., Pavić, V., Barać, Z., Vnućec, I. Prpić, Z., Mulc, D., Špehar, M. (2011): Program uzgoja ovaca u Republici Hrvatskoj. Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza. Zagreb. 26-27.
11. Russel, A. (1991): Body condition scoring of sheep. In: *Sheep and goat practice*. Boden E. (ed.): p.3. bailliere Tindall, Philadelphia.
12. Schillo, K. K. (1992): Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 70, 1271-1282.
13. Senčić, Đ., Antunović Z., Mijić, P., Baban, M., Puškadija Z. (2011): Ekološka zootehnika. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. 11.
14. SAS 9.3®, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
15. Whitney, T.R., Waldron, D.F., Wilingham, T.D. (2009): Evaluating Nutritional Status of dorper and ramboillet ewes in range sheep production. *Sheep and Goat Research Journal*, 24, 10-16.

## The phenotypic characteristics of Merinolandschaf ewe during the suckling period in organic farming

### Abstract

The aim of this study is to determine phenotypic characteristics of Merinolandschaf sheep during the production-demanding suckling period in organic rearing. Ewes in the first months of lactation (suckling period) cannot meet their nutritional needs largely due to increased milk production, which leads to a significant ( $P<0.01$ ) decline of body weight and body development indices. After the second month of suckling, significant ( $P<0.05$ ) increase in ewes' body weight and body development indices was established. Despite the decline of the ewes' body condition score in suckling period from 30th to 60th day, and lesser fall from 60th to 90th day, ewes were in a good physical condition.

**Key words:** Merinolandschaf ewe, suckling period, body weight, body development indices

## Utjecaj dodatka pogače sjemenki bundeve krmnim smjesama tovnih pilića na proizvodne pokazatelje i mortalitet

Ivana Klarić, Zvonimir Steiner, Mario Ronta, Josip Novoselec,  
Natalija Steiner, Željka Greger, Martina Jurilj

*Poljoprivredni fakultet, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: iklaric@pfos.hr*

### Sažetak

Pogača sjemenki bundeve je vrlo kvalitetan nusproizvod bogata bjelančevinama. Nastala je pri proizvodnji ulja bundeve te se može koristiti u hranidbi različitih vrsta domaćih životinja među ostalim i tovnih pilića. Ciljevi ovog istraživanja bili su utvrditi utjecaj pogače sjemenki bundeve dodane krmnim smjesama tovnih pilića u količini od 7% i 14% na njihove proizvodne pokazatelje te na mortalitet pilića. Istraživanje je provedeno na ukupno 135 jednodnevnih pilića provenijencije Ross 308 podijeljenih u tri skupine: kontrolna skupina (K) i dvije pokusne skupine (P1 i P2). Pilići K skupine hranjeni su standardnom krmnom smjesom bez dodataka; pilići P1 skupine hranjeni su krmnom smjesom uz dodatak 7% pogače sjemenki bundeve, a pilići P2 skupine uz dodatak 14% pogače sjemenki bundeve. Od 2. do 6. tjedna tova postojale su statistički značajne razlike u tjelesnim masama pilića između pilića pokusnih skupina te kontrolne skupine. U 1. te u 2. razdoblju tova postojale su statistički značajne razlike u prirastima između pilića pokusnih skupina. Gledano ukupno tijekom cijelog tova (0.-6.tjedna) postojale su statistički značajne razlike u prirastima pilića pokusnih skupina u odnosu na kontrolnu skupinu. U 1. te u 2. razdoblju tova kao i tijekom cijelog tova najmanja konverzija hrane bila je u kontrolnoj skupini, dok je u 1. razdoblju tova najveća konverzija hrane bila u P1 skupini, a u 2. razdoblju tova u P2 skupini. Tijekom istraživanja zabilježen je ukupni mortalitet od 2,96%. Istraživanje je pokazalo kako dodatak pogače sjemenki bundeve ima pozitivan utjecaj na proizvodne pokazatelje te niži mortalitet pilića u tovu.

**Cljučne riječi:** pilići, tov, proizvodni pokazatelji, pogača sjemenki bundeve

### Uvod

Sjemenke bundeve koriste se u novije vrijeme za proizvodnju jestivog ulja, koje je specifičnog okusa i izvrsne kvalitete (Pirman i sur., 2007., Moslavac i sur., 2014., 2017.). Hranidbena vrijednost sjemenki bundeve temelji se na visokom udjelu bjelančevina i energije iz čega proizlazi visoki potencijal za proizvodnju ulja (Bavec i sur., 2007.). Danas se hladno

prešano bundevino ulje proizvodi mehaničkim putem, prešanjem industrijske sorte bundeve na kontinuiranim pužnim prešama, a konzumira se kao salatno ulje. Hladno prešano bundevino ulje pripada grupi jestivih nerafiniranih ulja visoke nutritivne vrijednosti zbog povoljnog sastava masnih kiselina i drugih sastojaka koji pokazuju pozitivan učinak u organizmu tako što djeluju antimikrobno, diuretski te blokiraju slobodne radikale (Neđeral-Nakić i sur., 2006.; Moslavac i sur., 2017.).

Pogača sjemenki bundeve je vrlo kvalitetan nusproizvod bogata bjelančevinama, nastala pri proizvodnji bundevinog ulja (Brkan, 2013.; Antunović i sur., 2015.). Pogača se dobiva postupkom hladnog prešanja koje se odvija djelovanjem tlaka na sirove i suhe sjemenke, većinom bez ljuski. Budući se tijekom prešanja stvara temperatura manja od 50 °C, većina je bioaktivnih sastojaka očuvana, osobito vitamini, provitamini, fitosteroli, fosfolipidi, skvaleni, a koji su kao i masne kiseline ključni čimbenici hranidbene kvalitete ulja (Rabrenović i sur., 2014.). Ranija istraživanja su pokazala kako se pogača sjemenki bundeve može koristiti u hranidbi različitih vrsta domaćih životinja slijedom čega je u recentnoj literaturi opisana njezina uporaba u hranidbi mliječnih krava, tovu svinja te hranidbi tovnih pilića (Pirman i sur., 2007.). Naime, istraživanja su pokazala kako su pogače od oljuštenog sjemena bundeve krmiva vrlo bogata bjelančevinama (50-55% sirovih bjelančevina). Redovito sadrže značajne količine ulja (10-20%), razmjerno malo sirove vlaknine (3-8%), te su vrlo dobri izvori fosfora (1-1,4%). Imaju manje kalcija (0,15-0,20%), ali im je energetska vrijednost visoka (oko 1,5 HJ/kg) (Kalivoda, 1999.; Pirman i sur., 2007., Antunović i sur., 2015.). Domaćinović (2006.) ističe kako pogače sjemenke bundeve bez ljuske sadrže i do 500 g/kg sirovih bjelančevina te 70 g/kg sirove vlaknine. Kreft i sur. (2002.) ističu pak, kako su proizvodi sjemenki bundeve, među kojima i pogača, vrlo bogati različitim mineralima kao što su kalcij, kalij, fosfor, magnezij, mangan, željezo i cink te također vrlo dobar izvor vitamina B skupine. Uz to, isti autori navode kako u područjima u kojima postoji deficijencija joda i selen, upravo ovi proizvodi mogu biti prilično dobar izvor spomenutih elemenata u tragovima u hranidbi životinja.

Ciljevi ovog istraživanja bili su utvrditi utjecaj pogače sjemenki bundeve dodane krmnim smjesama tovnih pilića u količini od 7% i 14% na njihove proizvodne pokazatelje koji uključuju tjelesnu masu, prirast, konverziju hrane ali i na mortalitet pilića u tovu.

## Materijal i metode

Prije provođenja samog istraživanja u Laboratoriju za hranidbu i fiziologiju životinja, Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku izvršena je osnovna kemijska analiza sastava pogače sjemenki bundeve koja je korištena kao dodatak krmnim smjesama tovnih pilića. Rezultati provedene kemijske analize prikazani su u Tablici 1.

**Tablica 1.** Osnovna kemijska analiza sastava pogače sjemenki bundeve.

Uzorak	% sirovih hranjivih tvari				
	Suha tvar	Sirove masti	Sirova vlakna	Sirovi pepeo	Sirove bjelančevine
Pogača sjemenki bundeve	94,24	16,32	2,76	8,16	42,48

Na temelju dobivenih rezultata ispitivanja kemijskog sastava pogače sjemenki bundeve sastavljene su recepture smjesa za tov pilića, koje su prikazane u Tablici 2.



**Tablica 2.** Sastav krmnih smjesa s dodatkom 7% i 14% pogače sjemenki bundeve

Krmivo %	Početna krmna smjesa (starter)			Završna krmna smjesa (finišer)		
	K	P1	P2	K	P1	P2
Kukuruz	37,2	41,7	45,8	41,3	44,2	48,4
Ječam	11,5	11,5	11,5	10,0	11,5	11,5
Pšenica lom	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Sačma soje	20,0	20,0	18,4	20,0	20,0	15,4
Pogača sjemenki bundeve	0,0	7,0	14,0	0,0	7,0	14,0
Soja punomasna	21,0	9,5	0,0	17,0	5,5	0,0
Biljna ulja	1,5	1,5	1,5	3,0	3,0	1,9
MKF	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
vapnenac	1,5	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5
Sol	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
VAM	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Ukupno	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Sirove bjelančevine, %	21,07	21,16	21,16	19,88	20,00	20,00
ME, MJ/kg	12,55	12,57	12,6	13,0	12,99	12,92
Kalcij, %	0,92	0,90	0,90	0,87	0,89	0,88
Fosfor, %	0,61	0,60	0,60	0,59	0,58	0,58

K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa+7% pogače sjemenki bundeve;  
P2= krmna smjesa+14% pogače sjemenki bundeve

Istraživanje je provedeno na ukupno 135 jednodnevnih pilića provenijencije Ross 308 podijeljenih u tri skupine: kontrolna skupina (K) i dvije pokusne skupine (P1 i P2). Pilići K skupine hranjeni su standardnom krmnom smjesom bez ikakvih dodataka; pilići P1 skupine hranjeni su krmnom smjesom uz dodatak 7% pogače sjemenki bundeve dok su pilići P2 skupine hranjeni krmnom smjesom uz dodatak 14% pogače sjemenki bundeve. Hranidbeni tretman bio je podijeljen u dva razdoblja. U prvom razdoblju u dobi pilića od 0. do 3. tjedna pilići su konzumirali početnu krmnu smjesu (starter), a u drugom razdoblju od 4. do 6. tjedna pilići su konzumirali završnu krmnu smjesu (finišer). Hranidba kao i napajanje pilića bili su po volji. Zbog učinkovitijeg praćenja odabranih parametara svi su pilići bili označeni. Tov pilića podnim načinom držanja na drvenoj strugotini trajao je 6 tjedana. Tijekom cijelog pokusnog razdoblja mjerenje tjelesne mase kao i potrošnje hrane vršeno je svakog tjedna, a potom je iz dobivenih vrijednosti na kraju tova izračunata konverzija hrane.

Za opis distribucije frekvencija istraživanih pokazatelja upotrijebljene su deskriptivne statističke metode. Sve varijable testirane su na normalnost distribucije Shapiro-Wilkinsonovim testom. Numeričke varijable opisane su aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom. Za usporedbu vrijednosti numeričkih varijabli više nezavisnih skupina uporabljena je ANOVA (Petrie i Sabin, 2000; Kralik i sur., 2012). Značajnost razlika utvrđenih statističkim testiranjem iskazana je na razini A,B,Cp<0,01 te a,b,c p<0,05. Različita slova na pojedinim vrijednostima u tablicama označavaju postojanje statistički značajne razlike dok ista slova na pojedinim vrijednostima u tablicama označavaju izostanak odnosno nepostojanje statistički značajne razlike. U obradi podataka uporabljeni su izvorno pisani programi za baze podataka te statistički paket Statistica for Windows 2010 (inačica 10.0, StatSoft Inc., Tulsa, OK).

## Rezultati i rasprava

U Tablici 3. prikazane su tjelesne mase pilića po danima tova iz koje je vidljivo kako od 2. do 6. tjedna tova postoje statistički značajne razlike u tjelesnim masama pilića između pokusnih skupina, što je djelomično sukladno istraživanju Janječić i sur. (2016.). Autori su u svom istraživanju utvrdili kako su pokusne skupine pilića, hranjene smjesom s dodatkom pogače sjemenki bundeve u količini 5 i 10% imale također najbolju završnu masu u pokusnoj skupini s manjim sadržajem pogače bundevinih sjemenki. Kontrolna skupina je imala najveću završnu masu pilića što u ovom istraživanju kako se vidi iz Tablice 3 nije potvrđeno. Wafar i sur. (2017.) su utvrdili kako dodatak pogače sjemenki bundeve u različitim količinama (5,10, 15, 20%) pozitivno utječe na povećanje završne tjelesne mase pilića što je u skladu s rezultatima našeg istraživanja. Martínez i sur. (2010.) u svom su istraživanju utvrdili kako hranjenje smjesom s dodatkom pogače sjemenki bundeve u količini 10% nije imalo utjecaja na završne mase pilića što je djelomično sukladno i ovom istraživanju. Naime u pokusnoj skupini P2 koja je hranjena smjesom uz dodatak veće količine (14%) pogače sjemenki bundeve, pilići su imali manju završnu masu u odnosu na kontrolnu i na P1 skupinu pilića.

**Tablica 3.** Tjelesna masa pilića po danima tova (g)

Dani tova	Statistički pokazatelji	Skupine pilića			p* - vrijednost
		K	P1	P2	
1. dan	$\bar{X}$ s	40,6 1,4	40,3 1,4	40,5 1,4	0,692
7. dan	$\bar{X}$ s	145,0 <sup>a</sup> 4,8	145,5 <sup>a</sup> 5,9	140,7 <sup>b</sup> 5,3	<0,001
14. dan	$\bar{X}$ s	314,6 <sup>a</sup> 40,5	314,3 <sup>a</sup> 34,8	297,3 <sup>b</sup> 32,8	0,043
21. dan	$\bar{X}$ s	597,8 <sup>ab</sup> 79,2	622,0 <sup>a</sup> 75,3	566,5 <sup>b</sup> 56,1	0,002
28. dan	$\bar{X}$ s	976,0 <sup>a</sup> 103,0	1022,9 <sup>a</sup> 152,7	880,8 <sup>b</sup> 85,6	<0,001
35. dan	$\bar{X}$ s	1483,9 <sup>a</sup> 172,9	1559,0 <sup>a</sup> 244,5	1309,5 <sup>b</sup> 142,9	<0,001
42. dan	$\bar{X}$ s	2075,5 <sup>ba</sup> 219,2	2277,8 <sup>a</sup> 401,4	1913,6 <sup>bb</sup> 236,0	<0,001

\*ANOVA;  $\bar{X}$  =aritmetička sredina; s=standardna devijacija; značajne razlike između srednjih vrijednosti skupina A,B,Cp<0,01; a,b,cp<0,05; K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa+7% pogače sjemenki bundeve; P2= krmna smjesa+14% pogače sjemenki bundeve

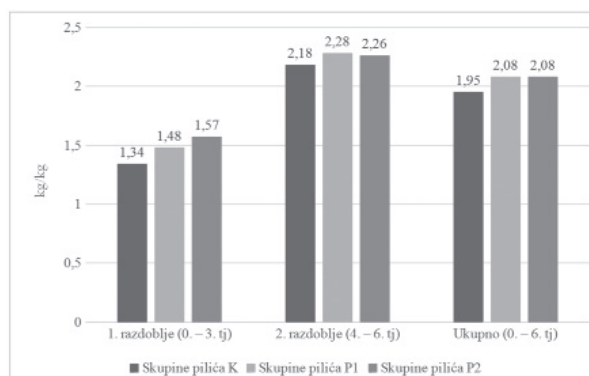
U Tablici 4. prikazani su prirasti pilića po razdobljima tova te je vidljivo kako u 1. razdoblju tova (0.-3. tj.) kao i u 2. razdoblju tova (4.-6. tj.) postoje statistički značajne razlike u prirastima između pilića pokusnih skupina. Ukoliko gledamo tijekom cijelog tova (0.-6. tj.), postoje statistički značajne razlike u prirastima pilića pokusnih skupina u odnosu na kontrolnu skupinu što je u skladu s Wafar i sur. (2017.), a u suprotnosti s Martínez i sur. (2010.) koji nisu utvrdili statistički značajne razlike u prirastima pilića pokusnih skupina u odnosu na kontrolnu skupinu.

**Tablica 4.** Prirast pilića po razdobljima tova i ukupno (g)

Razdoblja tova	Statistički pokazatelji	Skupine pilića			p* - vrijednost
		K	P1	P2	
1. razdoblje (0. – 3. tj.)	$\bar{X}$ s	557,2AB 77,9	581,6A 74,0	526,2B 54,8	0,002
2. razdoblje (4. – 6. tj.)	$\bar{X}$ s	1431,6A 370,7	1655,8A 331,6	1360,3B 229,2	<0,001
Ukupno (0. – 6. tj.)	$\bar{X}$ s	2035,0A,a 217,9	2237,5B 400,2	1873,2A,b 234,7	<0,001

\*ANOVA;  $\bar{X}$  =aritmetička sredina; s=standardna devijacija; značajne razlike između srednjih vrijednosti skupina A,B,Cp<0,01; a,b,cp<0,05; K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa+7% pogače sjemenki bundeve; P2= krmna smjesa+14% pogače sjemenki bundeve

Na Grafikonu 1. prikazana je konverzija krmnih smjese pilića po razdobljima tova i ukupno te je iz prikaza vidljivo kako je u 1. razdoblju tova (0.-3. tj.) najmanja konverzija hrane bila u K (1,34), a najveća u P2 skupini (1,57). U 2. razdoblju tova (4.-6. tj.) najmanja konverzija hrane bila je u K (2,18), a najveća u P1 skupini (2,28). Gledano tijekom cijelog tova (0.-6. tj.), najmanja konverzija hrane bila je u K skupini (1,95) dok su pokusne skupine P1 i P2 imale istu konverziju (2,08) hrane, što je djelomično sukladno rezultatima Janječić i sur. (2016.) kod kojih se konverzija pokusnih skupina razlikovala, dok su Martínez i sur. (2010.) i Wafar i sur. (2017.) utvrdili kako nema statistički značajnih razlika u konverziji krmne smjese pokusnih i kontrolne skupine.



K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa+7% pogače sjemenki bundeve;  
P2= krmna smjesa+14% pogače sjemenki bundeve

**Grafikon 1.** Konverzija krmnih smjese pilića po razdobljima tova i ukupno.

Tijekom istraživanja zabilježen je ukupni mortalitet od 2,96% (4/135). Najveći mortalitet bio je u pokusnoj skupini P2 (6,6%). Kontrolna skupina imala je mortalitet od 2,22%, dok u skupini P1 nije bilo uginuća pokusnih životinja.

## Zaključak

Na osnovi prikazanih rezultata istraživanja utjecaja dodatka 7 i 14% pogače sjemenki bundeve u krmnu smjesu na proizvodne rezultate tovni pilića možemo zaključiti, kako spomenuti dodatak ima pozitivan utjecaj na proizvodne pokazatelje te mortalitet pilića u tovu. Pokusna skupina P1 kojoj je u smjesu dodano 7% pogače sjemenki bundeve imala je bolje proizvodne pokazatelje od

kontrolne i P2 skupine što se tiče mase i prirasta uz nešto višu konverziju od kontrolne skupine. P2 skupina kojoj je dodano 14 % pogače sjemenki bundeve imala je lošije proizvodne rezultate i od kontrolne i od pokusne P1 skupine. Dobiveni rezultati ukazuju da je pogača sjemenki bundeve vrlo kvalitetno krmivo koje se može koristiti u hranidbi tovnih pilića te su potrebna daljnja istraživanja kako bi se odredio optimalni udio pogače sjemenki bundeve u smjesi za toвне piliće.

### Literatura

1. Antunović, Z., Novoselec, J., Sičaja, V., Steiner, Z., Klir, Ž., Matanić, I. (2015): Primjena pogače sjemenki bundeve u hranidbi janjadi u ekološkom uzgoju. *Krmiva*, 57 (1), 3 – 9.
2. Bavec, F., Grobelnik Mlakar, S., Rozman, C., Bavec, M. (2007): Oil Pumpkins: Niche For organic producers. Iz knjige: Janick, J., Whipkey, A. (ed.). *Issued in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA, 185 – 189.
3. Brkan (2013): *Katalog bučinog ulja*, Ivanić-Grad.
4. Domaćinović, M. (2006): Hranidba domaćih životinja. *Osnove hranidbe, Krmiva*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 435.
5. Janječić, Z., Bedeković, D., Pintarić, J., Babić-Alagić, J. (2016): Upotreba pogače sjemenki bundeve u hranidbi brojlera. *Zbornik sažetaka 23. međunarodnog savjetovanja Krmiva 2016*. 1. – 2- lipnja 2016., Opatija, Hrvatska, str. 80.
6. Kalivoda, M. (1999): *Krmiva*. Sastav, hranjiva vrijednost i primjena u hranidbi domaćih životinja. Školska knjiga Zagreb, 158.
7. Kralik, G., Škrčić, Z., Kralik, Z. (2012): *Biometrika u zootehnici*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
8. Kreft, I., Stibilj, V., Trkov, Z. (2002): Iodine and selenium contents in pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) oil and oil-cake. *European Food Research and Technology*, 215, 279 – 281.
9. Martínez, Y., Valdivié, M., Martínez, O., Estarrón, M., Córdova, J. (2010): Utilization of pumpkin (*Cucurbita moschata*) seed in broiler chicken diets. *Cuban Journal of Agriculture Science*, 44 (4), 387 – 392.
10. Moslavac, T., Jokić, S., Pozderović, A., Pichler, A., Škof, B. (2014): Proizvodnja i stabilizacija hladno prešanog bučinog ulja. *Glasnik zaštite bilja*, 6, 70 – 79.
11. Moslavac, T., Jokić, S., Jurić, T., Krajna, H., Konjarević, A., Muhamedbegović, B., Šubarić, D. (2017): Utjecaj prešanja koštice buče i dodatka antioksidanasa na iskorištenje i oksidacijsku stabilnost hladno prešanog ulja. *Glasnik zaštite bilja*, 6, 86 – 97.
12. Neđeral – Nakić, S., Rade, D., Škevin, D., Štrucelj, D., Mokrovčak, Ž., Bartolić, M. (2006): Chemical characteristics of oils from naked and husk seeds of *Cucurbita pepo* L. *European Journal of Lipid Science Technology*, 108, 936 – 943.
13. Petrie, A., Sabin, C. (2000): *Medical Statistics at a Glance*. Blackwell Science Ltd, London.
14. Pirman, T., Marič, M., Orešnik, A. (2007): Changes in digestibility and biological value of pumpkin seed cake protein after limiting amino acids supplementation. *Krmiva*, 49 (2), 95 – 102.
15. Rabrenović, B. B., Dimić, E. B., Novaković, M. M., Tačević, V. V., Basić, Z. N. (2014): The most important bioactive components of cold pressed oil from different pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds. *Food Science and Technology*, 55, 521 – 527.
16. StatSoft, Inc. (2010): *Statistica for Windows 2010* (inačica 10.0, StatSoft Inc., Tulsa, OK, SAD).
17. Wafar, R. J., Hannison, M. I., Abdullahi, U., Makinta, A. (2017): Effect of Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed meal on the performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Asisan Journal of Advances in Agricultural Research*, 2 (3), 1 – 7.

## The influence of addition of pumpkin seed cakes to fodder mixtures for chickens fattening on production indicators and mortality

### Abstract

Pumpkin seed cake is a very quality by-product rich in protein produced in the production of pumpkin oil that can be used to feed various types of domestic animals, including fattening chickens. The aim of this study was to determine the impact of pumpkin seed cake added to feed mixture for feeding broilers in the amount of 7% and 14% on their production indicators and on mortality of chickens. For the purpose of this study, a total of 135 day-old chicks of Ross 308 to be divided into three groups (control group-K two experimental groups-P1 and P2). The K-chickens were fed with a standard feed mixture without additives; chickens of P1 groups were fed with feed mixture in addition to 7% pumpkin seed cake, and chickens of P2 group with addition of 14% pumpkin seed cake. From the 2<sup>nd</sup> to the 6<sup>th</sup> week there were statistically significant differences in the body mass of chickens between the chickens of the control group and the experimental group. In the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> period, there were statistically significant differences in the growth rates of chickens in the experimental groups. Throughout the whole period there were statistically significant differences in the growth rates of chickens in the experimental groups, compared to the control group. In the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> period as well as during the whole period of the smallest conversion of food was in the control group, while in the 1<sup>st</sup> period the largest conversion of the food was in the P1 group and in the 2<sup>nd</sup> period it was in the P2 group. During the study, total mortality was 2.96%. The research has shown that the addition of pumpkin seed cake has a positive effect on the production indicators and the mortality rate of chickens.

**Key words:** chickens, fattening, production indicators, pumpkin seed cake

## Prikaz broja isporučitelja i kvalitete mlijeka u Republici Hrvatskoj od uspostave Središnjeg laboratorija za kontrolu kvalitete mlijeka

Marijana Vrbančić<sup>1</sup>, Đurica Kalember<sup>1</sup>, Vedran Nervo<sup>1</sup>, Lucija Majhen<sup>1</sup>,  
Dražen Čuklić<sup>1</sup>, Tatjana Tušek<sup>1</sup>, Danijela Stručić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1,  
Križevci, Hrvatska, email: mvrbancic@vguk.hr

<sup>2</sup>Hrvatska poljoprivredna agencija, Poljana Križevačka 185, Križevci, Hrvatska

### Sažetak

Cilj ovoga rada bio je prikazati broj isporučitelja i kvalitetu mlijeka u Republici Hrvatskoj od uspostave Središnjeg laboratorija za kontrolu kvalitete mlijeka (SLKM) do 2016. godine. U navedenom periodu dolazi do značajnog smanjenja broja proizvođača mlijeka, uz istovremeno značajno povećanje kvalitete proizvedenog mlijeka. Tzv. „mali proizvođači“ (do 10.000 kg mlijeka godišnje) nestaju, dok broj proizvođača iznad 50.000 kg mlijeka godišnje raste i proizvode skoro 80 % od ukupne proizvedene količine mlijeka. Kemijska kvaliteta mlijeka tijekom godina bitno se mijenjala. Mali pad u vrijednosti mliječne masti posljedica je sve veće zastupljenosti mlijeka holštajn krava na velikim farmama i odustajanjem malih proizvođača mlijeka od isporuke mlijeka. Važnost SLKM –a je u činjenici da se u mlijeku, kroz godine njegovog rada, smanjuju vrijednosti somatskih stanica, mikroorganizama te udjeli utvrđenih rezidua.

Ključne riječi: SLKM, broj proizvođača mlijeka, količina i kvaliteta mlijeka

### Uvod

Mlijeko je prirodna hrana sisavaca za hranidbu njihove mladunčadi, dobivena sekrecijom mliječne žlijezde zdravih uravnoteženo hranjenih i redovito muzenih životinja, kome ništa nije dodano niti oduzeto. Sadrži sva glavna hranjiva: bjelančevine, ugljikohidrate, masti, vitamine i minerale. Kravlje mlijeko proizvodi se u najvećim količinama, ima najveći značaj za mljekarsku industriju te dominantnu ulogu u prehrani ljudi (Čuklić, 2014.). Kvaliteta mlijeka mora odgovarati zakonskim propisima, pa 2000. godine stupa na snagu Pravilnik o kakvoći svježeg sirovog mlijeka (NN 102/2000) koji određuje minimalne zahtjeve kvalitete koje mora udovoljiti mlijeko za tržište prema prerađivačima. Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA) imala je značajnu ulogu u povećanju kvalitete mlijeka proizvedenog na hrvatskim farmama. SLKM je započeo s radom 2002. godine u cilju osiguranja, jedinstvenog, neovisnog utvrđivanja kvalitete mlijeka, a opremljen je suvremenom analitičkom opremom za analizu svježeg sirovog mlijeka. Godine 2004. laboratorij je akreditiran prema HRN EN ISO/IEC 17025. Osim uzoraka koji se analiziraju radi pune provedbe Pravilnika o kakvoći svježeg sirovog mlijeka, ispituju se i uzorci mlijeka uzeti u sklopu kontrole mliječnosti pojedinih grla, koja se obavlja kao sastavni dio provedbe uzgojnih programa. Ispitivanja koja obavlja SLKM su sadržaj mliječne masti, sadržaj bjelančevina, sadržaj

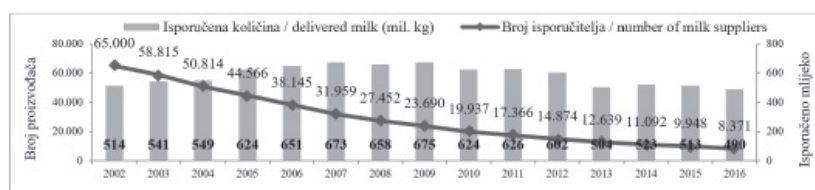
suhe tvari, broj mikroorganizama, broj somatskih stanica, prisutnost inhibitornih tvari, te utvrđivanje točke ledišta. Novim Pravilnikom o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 27/2017), proizvođači mlijeka mogu saznati rezultate laboratorijskog ispitivanja u roku od 24 sata nakon provedenih ispitivanja. Proizvođače mlijeka zanimaju rezultati analiza mlijeka jer se prema njima mogu korigirati, odnosno unaprijediti proizvodnju mlijeka, a prema analizama se formira i osnovna otkupna cijena kilograma mlijeka (Dakić i sur., 2008.). U posljednjih desetak godina sektor proizvodnje mlijeka u Republici Hrvatskoj doživio je značajne promjene, stoga je cilj ovoga rada bio prikazati broj isporučitelja mlijeka, količinu i kvalitetu mlijeka u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2002. do 2016. godine i na osnovi njih dati kratak osvrt.

### Materijal i metode

Za potrebe rada koristili su se statistički podaci SLKM-a za razdoblje od 2002. do 2016. godine te Godišnja izvješća za mljekarstvo HPA. Radom je obuhvaćen broj isporučitelja mlijeka, količina isporučenog mlijeka, kemijski i mikrobiološki sastav mlijeka.

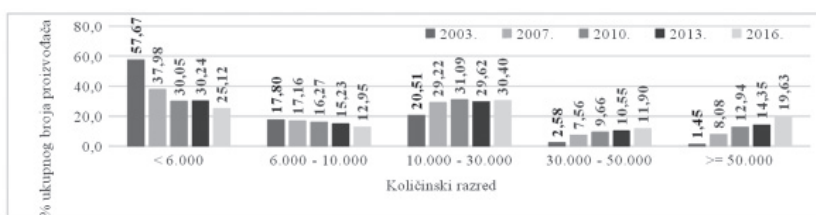
### Rezultati i rasprava

Proizvodnja mlijeka u RH bazirana je na simentalском i holštajn govedu, dok vrlo mali dio otpada na smeđe govedo i ostale pasmine goveda (Dakić i sur., 2008.). Mlijeko proizvođača koje su otkupljivale mljekare, od 2002. godine kontrolirano je od strane SLKM-a.



**Grafikon 1.** Broj isporučitelja i isporučenih količina kravljeg mlijeka (HPA, 2002. – 2016.)

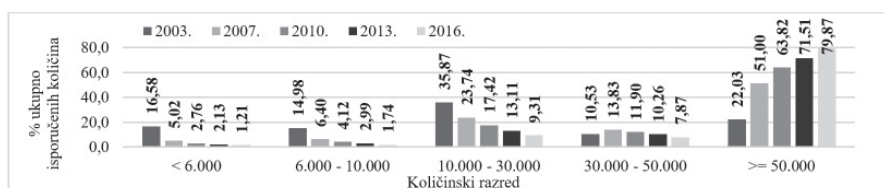
Na početku uspostave laboratorija i sustava kontrole kvalitete mlijeka bilo je oko 65.000 proizvođača mlijeka koji su isporučivali oko 514.000.000 kg mlijeka. Tijekom narednih godina zabilježen je značajan pad broja proizvođača mlijeka, pa je 2016. godine zabilježen samo 8.371 proizvođač mlijeka. Do 2009. godine uočen je pozitivan trend u isporučenim količinama mlijeka, kada je otkupljeno rekordnih 775,289.053 kg mlijeka. U razdoblju od 2010. - 2016. godine taj trend je negativan (Grafikon 1.).



**Grafikon 2.** Udio proizvođača mlijeka (%) po količinskim razredima (HPA, 2002. – 2016.)

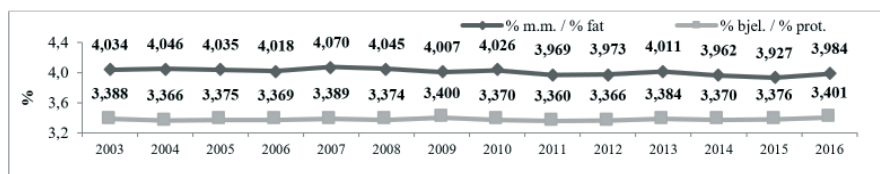
Proizvođači mlijeka svrstani su u količinske razrede prema godišnjim količinama isporučenog mlijeka, kako bi se lakše pratio razvoj gospodarstava u proizvodnji i isporuci mlijeka. Na Grafikonu 2. prikazan je udio proizvođača mlijeka po količinskim razredima godišnje isporuke mlijeka, a na

Grafikonu 3. prikazane su ukupne isporučene količine mlijeka po količinskim razredima. Pad broja proizvođača dogodio se u količinskom razredu do 6.000 kg mlijeka i od 6.000 - 10.000 kg mlijeka. Količinski razredi iznad 30.000 kg mlijeka bilježe porast broja proizvođača mlijeka. Do porasta broja proizvođača mlijeka u ovim razredima došlo je zbog toga što je dio proizvođača mlijeka, koji se nalazio u nižim razredima, tijekom godina povećao broj mliječnih krava i proizvodnju mlijeka na gospodarstvu. U 2016. godini količinski razred iznad 50.000 kg mlijeka godišnje, činilo je 19,63 % proizvođača koji su proizveli 79,87 % od ukupne proizvedene količine mlijeka.



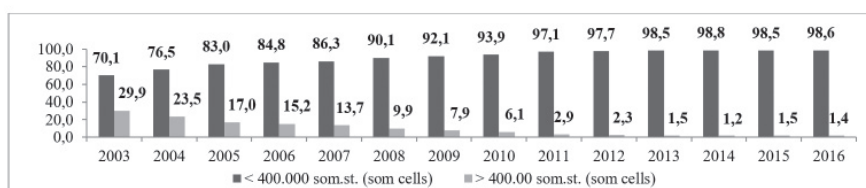
**Grafikon 3.** Ukupne isporučene količine mlijeka (%) po količinskim razredima (HPA, 2002. – 2016.)

Uvođenjem sustava kontrole kvalitete mlijeka, uvedeno je i plaćanje otkupljenog mlijeka prema parametrima mliječne masti i proteina. Mali pad u vrijednosti mliječne masti posljedica je sve veće zastupljenosti mlijeka krava holštajn pasmine na velikim farmama i odustajanjem malih proizvođača mlijeka od isporuke mlijeka (Grafikon 4.). Sve većom educiranosti proizvođača mlijeka o pravilnoj hranidbi krava dolazi do laganog povećanja prosječne vrijednosti proteina u mlijeku.



**Grafikon 4.** Vrijednosti mliječne masti i proteina (%) kroz godine (HPA, 2003. – 2016.)

Broj somatskih stanica jedan je od elemenata za ocjenu higijenske kvalitete mlijeka. Mlijeko koje ima manje od 400.000 somatskih stanica ml<sup>-1</sup> razvrstava se u I razred („mlijeko EU kvalitete“), a mlijeko koje ne zadovoljava standard razvrstava se kao II. razred. Kroz prikazano razdoblje od 2003. - 2016. godine iz grafikona 5. vidljiv je konstantan pad udjela mlijeka s povećanim brojem somatskih stanica u mlijeku, a od 2013. godine više od 98 % mlijeka sadrži manje od 400.000 somatskih stanica ml<sup>-1</sup>.

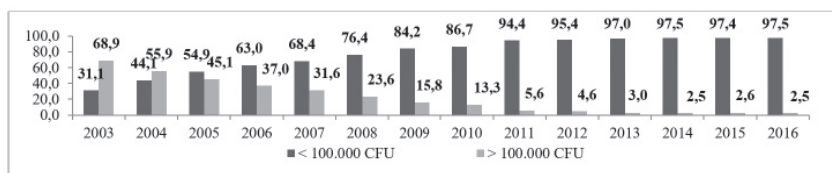


**Grafikon 5.** Kvalitativni razredi mlijeka s obzirom na broj somatskih stanica u mlijeku (HPA, 2003. – 2016.)

Kretanje broja mikroorganizama u mlijeku i pozitivan trend u postizanju higijenske kvalitete mlijeka s aspekta ukupnog broja mikroorganizama prikazan je na Grafikonu 6. U razdoblju od 2003. - 2016. godine vidljiv je konstantan pad udjela mlijeka s povećanim brojem mikroorganizama u mlijeku. Od 2014. godine više od 97% mlijeka sadrži manje od 100.000 mikroorganizama u ml

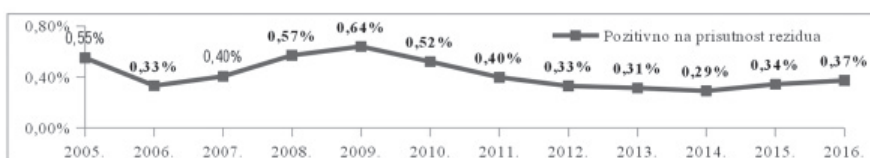


mlijeka. Mlijeko koje ima manje od 100.000 mikroorganizama ml-1 razvrstava se u I razred, a mlijeko koje ne zadovoljava standard razvrstava se kao II razred.



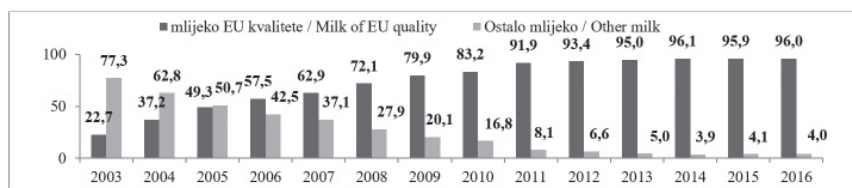
**Grafikon 6.** Trendovi po razredima na osnovu broja mikroorganizama u mlijeku i ukupnih otkupljenih količina (HPA, 2003. – 2016.)

Na Grafikonu 7. prikazan je udio utvrđenih rezidua za pojedinačne proizvođače mlijeka iz kojeg je vidljivo da najveći postotak utvrđenih rezidua bio 2009. godine, iste godine kada je zabilježena i najveća količina isporučenog mlijeka. Nakon 2009. godine udio utvrđenih rezidua pada pa sve do 2015. godine kada počinje blago rasti.



**Grafikon 7.** Udio utvrđenih rezidua za pojedinačne proizvođače mlijeka po godinama (HPA, 2005. – 2016.)

Prosječna higijenska kvaliteta mlijeka u Hrvatskoj izračunata je na osnovi broja somatskih stanica i ukupnog broja mikroorganizama u mlijeku koristeći geometrijsku sredinu u skladu s kvaliteto mlijeka. Iz Grafikona 8. vidljivo je da od početka rada SLKM-a do danas bilježimo pozitivan trend u higijenskoj kvaliteti mlijeka. U 2003. godini otkupljeno je svega 22,7% mlijeka koje je zadovoljavalo higijenske standarde I razreda, dok je tijekom 2016. godini gotovo 96,0% mlijeka zadovoljavalo higijenske kriterije I razreda i svega 4,0% mlijeka II razreda.



**Grafikon 8.** Omjer mlijeka EU kvalitete i ostalog mlijeka (HPA, 2003. – 2016.)

## Zaključak

Od uspostave Središnjeg laboratorija za kontrolu kvalitete mlijeka do 2016. godine došlo je do značajnih strukturalnih promjena u mljekarskom sektoru. Hrvatski proizvođači mlijeka teško ostvaruju ciljeve, što se tiče kvalitete mlijeka i osiguravanja daljnje opstojnosti. Dolazi do značajnog smanjenja broja proizvođača mlijeka, uz istovremeno značajno povećanje kvalitete proizvedenog mlijeka. „Mali proizvođači“ (do 10 000 kg mlijeka godišnje) nestaju, dok broj proizvođača iznad 50.000 kg mlijeka godišnje raste i proizvode skoro 80% od ukupne proizvedene količine mlijeka. Kemijska kvaliteta mlijeka se tijekom godina bitno mijenjala. Dolazi do manjeg pada u vrijednosti mliječne

masti kao posljedice sve veće zastupljenosti mlijeka holštajn krava na velikim farmama i odustajanjem malih proizvođača mlijeka od isporuke mlijeka. Vrijednost SLKM –a uočljiva je u činjenici da se u mlijeku, kroz promatrane godine, smanjuju vrijednosti somatskih stanica, mikroorganizama te udjeli utvrđenih rezidua, odnosno mlijeko sa hrvatskih farmi dostiže EU standarde.

### Literatura

1. Dakić, A., Poljak, F., Pintiћ Pukec, N., Tomše-Đuranec, V., Stručić, D., Blažek, D., Runtić, I. (2008): Središnji laboratorij i sustav kontrole kvalitete mlijeka u Hrvatskoj. Drugo nacionalno savjetovanje „Kompetentnost laboratorija 2008“. Zagreb, CROLAB, Udruga hrvatski laboratoriji, 13 – 15.
2. Čuklić, D. (2014): Uzgoj goveda, (Interna skripta) VGUK.
3. HPA (2003): Godišnje izvješće za 2002. godinu, Križevci.
4. HPA (2004): Godišnje izvješće za 2003. godinu, Križevci.
5. HPA (2005): Godišnje izvješće za 2004. godinu, Križevci.
6. HPA (2006): Godišnje izvješće za 2005. godinu, Križevci.
7. HPA (2007): Godišnje izvješće za 2006. godinu, Križevci.
8. HPA (2008): Godišnje izvješće za 2007. godinu, Križevci.
9. HPA (2009): Godišnje izvješće za 2008. godinu, Križevci.
10. HPA (2010): Godišnje izvješće za 2009. godinu, Križevci.
11. HPA (2011): Godišnje izvješće za 2010. godinu, Križevci.
12. HPA (2012): Godišnje izvješće za 2011. godinu, Križevci.
13. HPA (2013): Godišnje izvješće za 2012. godinu, Križevci.
14. HPA (2014): Godišnje izvješće za 2013. godinu, Križevci.
15. HPA (2015): Godišnje izvješće za 2014. godinu, Križevci.
16. HPA (2016): Godišnje izvješće za 2015. godinu, Križevci.
17. HPA (2017): Godišnje izvješće za 2016. godinu, Križevci.
18. Ministarstvo poljoprivrede (2017): Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 27/2017).
19. Ministarstvo poljoprivrede (2000): Pravilnik o kvaliteti svježeg sirovog mlijeka (NN 102/2000).

## View of the number of milk suppliers and milk quality in the Republic of Croatia since the establishment of the Central Laboratory for Quality Control of Milk

### Abstract

Aim of this research was to present the number of suppliers and milk quality in the Republic of Croatia since the establishment of the Central Laboratory for Quality Control of Milk till 2016. In that period, there is a significant decrease in the number of milk producers and at the same time, there is a significant increase in the quality of produced milk. "Small producers" (up to 10,000 kg of milk a year) disappear, while the number of producers over 50,000 kg of milk per year, grows and produces almost 80 % of the total produced milk. Chemical quality of milk has changed considerably over the years. A small decrease in milk fat is due to the increasing presence of milk from Holstein cows on large farms and the abandonment of small milk producers by milk delivery. The value of Central Laboratory for Milk Quality Control is evident in the fact that during the years of its work, milk reduces the somatic cell counts, microorganisms and the share of established residues.

**Key words:** Central Laboratory for Milk Quality Control, number of milk suppliers, delivered milk, milk quality

## Utjecaj dodataka mikroalgi u hranu nesilica na sadržaj omega-3 masnih kiselina u jajima

Ana Zelić<sup>1,3</sup>, Zlata Kralik<sup>2,3</sup>, Gordana Kralik<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Agro-Kovačević, Vijenac Dinare 2, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska, e-mail: Zlata.Kralik@pfos.hr

<sup>3</sup>Znanstveni centar izvrsnosti za personaliziranu brigu o zdravlju, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Trg Sv. Trojstva, 31000, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Jaje je prehrambena namirnica široke upotrebe, a prema sastavu predstavlja najjeftiniji izvor visokokvalitetnih proteina, vitamina i minerala. Jaje dobiveno od nesilica koje su konzumirale posebno dizajniranu hranu bogatu omega-3 masnim kiselinama, u svom sastavu ima promijenjen profil masnih kiselina (povećan sadržaj omega-3 PUFA), te se može deklarirati kao obogaćen proizvod, s povoljnim benefitom na zdravlje ljudi. Mikroalge su bogati izvor omega-3 masnih kiselina, osobito dokozaheksaenske (DHA) i eikozapentaenske (EPA). Cilj rada je istražiti mogućnosti obogaćivanja jaja omega-3 masnim kiselinama dodatkom mikroalgi u hranu nesilica. U radu je prikazan pregled dosadašnjih istraživanja na temu utjecaja dodatka mikroalgi u hranu nesilica na kvalitetu jaja i sadržaj omega-3 masnih kiselina u jajima.

**Ključne riječi:** mikroalge, jaja, omega-3 masne kiseline, nesilice

### Uvod

Dugolančane omega-3 masne kiseline, osobito dokozaheksaenska masna kiselina (DHA, C22:6n-3), imaju važnu ulogu u nizu fizioloških funkcija, osobito u strukturi stanične membrane. Pregledom znanstvene literature uočeno je kako postoji mogućnost obogaćivanja konzumnih jaja omega-3 masnim kiselinama. Jaje dobiveno od nesilica koje su konzumirale posebno dizajniranu hranu bogatu omega-3 masnim kiselinama, u svom sastavu ima promijenjen profil masnih kiselina (povećan sadržaj omega-3 PUFA), te se može deklarirati kao obogaćen proizvod, s povoljnim benefitom na zdravlje ljudi. Biljna ulja koja sadrže omega-3 masne kiseline su orahovo, laneno i ulje uljane repice. Ova ulja bogata su i metaboličkim prethodnikom omega-3 masnih kiselina eikozapentaenskom (EPA, C20:5n-3) i DHA, odnosno  $\alpha$ -linolenskom masnom kiselinom (ALA, C18:3n-3). Najbolji i najkoncentriraniji izvori EPA i DHA su meso i ulje ribe (tuna, losos, skuša, sardina i haringa, Gnjidić, 2014.). Jaja je moguće obogatiti omega-3 masnim kiselinama hranidbom nesilica smjesom obogaćenom lanenim sjemenom ili uljem te ribljim uljem. U istraživanju Farell (1998.) navodi da se hranidbom nesilica posebno pripremljenim smjesama koje sadrže 5% ribljeg ulja, udio EPA povećao na 1%, a udio DHA na 5,27%. Konzumna jaja sadrže visok udio omega-6 PUFA i nizak sadržaj omega-3 PUFA, što daje nepovoljan omjer n-6/n-3 masnih kiselina. Povećanje udjela omega-3 masnih kiselina u jajima može pozitivno utjecati na

omjer omega-6 i omega-3 masnih kiselina. U istraživanju Škrčić i sur. (2007.) navode da je kod hranidbe nesilica smjesom koja sadrži 4% repičinog i 2% ribljeg ulja postignut povoljan odnos n-6/n-3 masnih kiselina koji iznosi 5,44 ( $P < 0,001$ ). Poznato je da nesilice imaju mogućnost elongiranja i desaturacije ALA u EPA i DHA kiselinu. Međutim, smatra se da na učinkovitost konverzije utječu faktori kao što je starost nesilica (Lešić i sur., 2015.), kao i udio omega-6 masnih kiselina, budući da se omega-3 masne kiseline natječu s omega-6 masnim kiselinama za ulazak u putove elongacije i desaturacije i u metaboličkom putu koriste iste enzime. Dosadašnja istraživanja u pogledu razine EPA i DHA u obogaćenim jajima pokazuju da je razina DHA u žumanjku uobičajeno ispod 100 mg/jajetu, te da su masti žumanjka jajeta uglavnom obogaćene s DHA, dok je EPA rjeđe detektirana, odnosno konvertira se u DHA prije nego što se ugradi u masti žumanjka (Bruneel i sur., 2013.). Dodavanje veće količine lanenog i ribljeg ulja u smjese može imati negativan utjecaj na masu jaja i masu žumanjka, debljinu ljuske i organoleptička svojstva jaja. Nadalje, jaja koja u sastavu masti imaju veći udio višestruko nezasićenih masnih kiselina su osjetljivija na oksidaciju (Ao i sur., 2015.), a formirani oksidacijski produkti uzrokuju nepoželjne neugodne mirise kod jaja (Bruneel i sur., 2013.). Sprječavanje procesa oksidacije masti u jajima s povećanim sadržajem omega-3 masnim kiselinama, a samim time i sprječavanje nastanka neprihvatljivog mirisa i okusa jaja, postiže se uporabom prirodnih ili umjetnih antioksidansa kao što su selen, vitamin E, lutein, zeaksantin te karotenoidi, osobito  $\beta$ -karoten i kriptoksantin. Ovi antioksidansi dodaju se u hranu nesilica kako bi se ugradili u sastav jaja. S druge strane, mikroalge imaju izvrsnu nutritivnu vrijednost i bogat su izvor esencijalnih aminokiselina, vitamina, minerala, masnih kiselina i karotenoida. Karotenoidi, koji su korisni za obogaćivanje pigmentacije žumanjka, također su značajni zbog svojih antioksidativnih svojstava. Patil i sur. (2007.) ističu da bi u buduće uporaba mikroalgi u smjesama za perad mogla biti korisnija od do sada korištenih ulja, upravo radi bolje stabilnosti lipida u hrani.

### Mikroalge kao dodatak hrani za nesilice

Glavni izvor omega-3 masnih kiselina u ljudskoj prehrani je morska riba, osobito ulje masne ribe. No, s geografskog, ekonomskog i kulturološkog aspekta, kao i individualnih preferencija potrošača, korištenje ribljih proizvoda u svakodnevnom prehranbenim navikama ljudi nije zadovoljavajuće, odnosno daleko je ispod preporučenih dnevnih potreba. S time u vezi javlja se potreba za razvojem alternativnih izvora omega-3 masnih kiselina, koje bi se ugradile u proizvode koji se koriste svakodnevno u ljudskoj prehrani. Mikroalge dostižu veću produktivnost i viši sadržaj povoljnih masnih kiselina u odnosu na morsku ribu i riblje proizvode, budući da ribe ne mogu sintetizirati esencijalne višestruko nezasićene masne kiseline uslijed nedostataka ključnih enzima te je visok sadržaj ovih masnih kiselina u ribljem ulju direktna posljedica hranidbe riba mikroorganizmima i algama. Različite morfološke i fiziološke karakteristike mikroalgi omogućavaju njihovu primjenu u različitim biotehnološkim procesima, npr. proizvodnji vitamina, antioksidansa, lijekova, imunostimulansa, biogoriva i dodataka prehrani (Režić i sur., 2014.). Masne kiseline mikroalgalnog porijekla danas su dostupne u obliku dijetetskih suplemenata i inkorporirane u različite prehrambene proizvode (Kovač, 2017.). Safafar i sur. (2015.) u svom istraživanju navode da se omega-3 masne kiseline iz morskih algi koje su uzgojene za korištenje u hranidbi nesilica, mogu aplicirati u obliku ulja, praha i biomase. U povoljnim uvjetima okoline neke vrste mikroalgi mogu nakupiti i do 70% lipida u suhoj tvari biomase (Režić i sur., 2014.). Različite autotrofne i heterotrofne morske vrste iz različitih klasa proizvode EPA i DHA, dok se arahidonska kiselina (AA, C20:4n-6) obično nalazi u oskudnim količinama. Općenito se smatra da fotosintetske mikroalge imaju tendenciju proizvodnje viših razina EPA, nego heterotrofi (Alves Martin i sur., 2013.). Mnoge alge koje proizvode n-3 LC-PUFA pripadaju kraljevstvu

Chromista, raznolikoj skupini mikroorganizama koji uključuju podjele na kriptomonade, haptofite i heterokonte. Dugolančane višestrukonezasićene masne kiseline u Chromista uglavnom su esterificirane u membranske fosfolipide ili se nalaze u spremištima kao trigliceridi. Količina n-3 LC-PUFA proizvedenih od tih organizama ovisi o uvjetima okoline (Muhlroth i sur., 2013.). Alvess Martin i sur. (2013.) navode kako se LC-PUFA u mikroalgama obično esterificira u membranske fosfolipide, dok se smatra da esterifikacija u trigliceride (TAG) predstavlja prikladniji dijetetski izvor za ljudsku prehranu. Neke vrste mikroalgi mogu pokazati značajne količine LC-PUFA esterificirane u TAG. Značajni čimbenici esterifikacije LC-PUFA u TAG su kulturalni uvjeti, korišteni sojevi i faze rasta. Muhlroth i sur. (2013.) navode komercijalne vrste heterokonta koji proizvode EPA te komercijalne sojeve bogate DHA (Tablica 1.)

**Tablica 1.** Vrste mikroalgi koje sadrže EPA (C20:5n-3) i DHA (C22:6n-3)

EPA vrste mikroalgi C20:5n-3	DHA vrste mikroalgi C22:6n-3
<i>Nannochloropsis spp.</i>	<i>Isochrysis galbana</i>
<i>Monodus subterraneus</i>	<i>Aurantochytrium spp.</i>
<i>Nitzschia spp.</i>	<i>Thraustochytrium spp.</i>
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	<i>Schizochytrium spp.</i>

Izvor: Muhlroth i sur. (2013.)

Od posebne važnosti za peradarsku industriju su nedavna istraživanja u kojima se biomasa mikroalgi učinkovito koristi u proizvodnji jaja obogaćenih LC-PUFA n-3 (Swiatkiewicz i sur., 2015.). U istraživanju utjecaja dodatka mikroalgi u hranidbu kokoši nesilica na proizvodne rezultate, profil masnih kiselina, oksidativnu stabilnost jaja, kvalitetu jaja i ljuske te boju žumanjka, Ao i sur. (2015.) koristili su 120 kokoši nesilica u dobi od 45 tjedana, podijeljenih u 6 skupina po 5 jedinki. Kontrolna skupina bila je bez dodatka komercijalne mikroalge All-G-RichTM (Schizochytrium limacinum CCAP 4087/2) koja sadrži 64% lipida, od toga 16% DHA, dok su ostalim skupinama dodani udjeli od 1, 2, i 3% mikroalgi u periodu od 32 tjedna. Rezultati istraživanja utvrdili su linearno povećanje sadržaja DHA u žumanjku jajeta s povećanjem dodatka algi u smjesu nesilica (4,26 mg/g DHA s 3% All-G-RichTM), dok se koncentracija linolne i arahidonske masne kiseline u žumanjku značajno smanjila povećanjem udjela mikroalge u smjesama (kukuruz-soja). Ukupan sadržaj lipida u žumanjku nije se značajno promijenio, kao ni težina jaja i kvaliteta ljuske. Nadalje, dodatak 3% All-G-RichTM nema značajan utjecaj na lipidnu oksidaciju. Autori zaključuju kako se dodavanjem ove mikroalge u hranu nesilica mogu proizvesti jaja obogaćena s DHA, bez negativnog utjecaja na njihovu kvalitetu. U istraživanju Kaewsutas i sur. (2016.) korišten je isti komercijalni soj (Schizochytrium spp.; Alltech Inc., Nicholasville, KY, USA) s udjelom DHA od 14%. Promatran je sadržaj omega-3 masnih kiselina u jajima dodavanjem ribljeg ulja i mikroalgi u smjese za 480 hibrida nesilica koje su podijeljene u 4 tretmana (120 nesilica po skupini). Kontrolna skupina (T1) bila je bez dodatka mikroalge i ribljeg ulja, dok su ostalim skupinama dodani različiti udjeli mikroalge i ribljeg ulja kako slijedi: ulje jastoga (T2 4%), mikroalge s udjelom od 1% (T3) i udjelom od 2% (T4). Rezultati istraživanja pokazali su povećanje udjela DHA u žumanjku jajeta u sva 3 pokusna tretmana (T2, T3 i T4) nakon 4 tjedna hranjenja nesilica smjesama. Udio DHA u jajima kokoši hranjeni mikroalgama bio je značajno viši ( $P < 0,05$ ) u odnosu na one hranjenje s dodatkom 4% ribljeg ulja. Hranidba nesilica smjesama s 2% mikroalgi statistički je značajno povećala razinu DHA ( $114.35 \pm 16.66$  mg), odnosno iznad 100 mg/jajetu i smanjila omjer n6/n3 PUFA na optimalnu razinu te nije značajno utjecala na kvalitetu jaja. U istraživanju Kim i sur. (2016.) o utjecaju dodatka mikroalgi

bogatih EPA na sastav omega-3 masnih kiselina u jajima, korišteni su sojevi *Nannochloropsis* spp. Autori su tijekom pokusa promatrali utjecaj dodatka relativno malih udjela biomase mikroalgi (DFA) na ukupno 60 Shaver Leghorn nesilica. U pokusu su ispitivana 3 različita udjela DFA (0%, 3% i 5%) u 2 vrste smjese bogate s 1,5% kukuruznog odnosno lanenog ulja. Rezultati istraživanja pokazali su statistički značajno veći sadržaj ( $P < 0,05$ ) EPA, DHA i ALA te statistički značajno niži sadržaj LA ( $P < 0,05$ ) u žumanjku jajeta kod nesilica hranjenih lanenim uljem u odnosu na one hranjene smjesom s dodatkom kukuruznog ulja. Autori su utvrdili povoljan (manji) omjer n6/n3 PUFA u tretmanima s lanenim uljem ( $< 2$ ) u odnosu na tretmane kukuruznim uljem ( $> 9$ ) uz dodataka 3% DFA. U istraživanju Bruneel i sur. (2013.) koristili su nesilice genotipa ISA Brown, koje su u vrijeme početka pokusa bile u 25. tjednu starosti. Pokusni dio trajao je 56 dana, s tim da je 14 dana bilo razdoblje adaptacije životinja, zatim 28 dana hranidbe smjesama nakon čega su nesilice ponovno konzumirale kontrolnu smjesu u trajanju od 14 dana. Kontrolna smjesa nesilica hranjena je standardnom smjesom na bazi pšenice, kukuruza i soje, dok je u pokusnim skupinama dio kontrolne smjese zamijenjen s 5% odnosno 10% sušenom algom soja *Nannochloropsis* gaditana. Rezultati istraživanja pokazali su da se EPA vrlo slabo akumulira u žumanjku jajeta, pretpostavka je da se ona konvertira u DHA prije nego se akumulira u fosfolipide žumanjka. U ovom istraživanju tako je postignuto dvostruko više DHA u žumanjcima jaja pokusne skupine 2 u odnosu na kontrolu, te se smatra da su mikroalge vrlo koristan alternativni izvor omega-3 masnih kiselina u hranidbi kokoši. Park i sur. (2015.) također su istraživali utjecaj dodatka praha mikroalgi soja *Schizochytrium* spp. u hranu nesilica na udio omega-3 masnih kiselina u žumanjku, a u rezultatima istraživanja utvrdili su statistički značajno povećanje razine DHA ( $P < 0,05$ ) i smanjenje omjera n6/n3 PUFA u žumanjcima jaja nesilica koje su konzumirale smjesu s dodatkom mikroalgi.

### Zaključak

Mikroalge su bogati izvor omega 3 masnih kiselina i mogu se koristiti kao dodatak u hranidbi nesilica bez negativnog utjecaja na kvalitetu jaja. Dosadašnja istraživanja ukazuju da se dodatkom mikroalgi u smjese za nesilice mogu postići više razine DHA (preko 100 mg/jajetu) u odnosu na riblje ulje. Daljnja istraživanja o primjeni mikroalgi u peradarstvu mogu potaknuti veću uporabu istih u proizvodnji visoko nutritivnih proizvoda.

### Napomena

Ovo istraživanje financirano je sredstvima Europskih strukturnih i investicijskih fondova, dodijeljenim hrvatskom nacionalnom Znanstvenom centru za personaliziranu brigu o zdravlju (KK.01.1.1.01.0010).

### Literatura

1. Alves Martins, D., Custodio, L., Barreira, L., Pereira, H., Ben-Hamadou, R., Varela, J., Abu Sahal, K.M. (2013): Alternative source of n-3- long-chain polyunsaturated fatty acids in marine microalgae. *Mar. Drugs* 11, 2259-2281.
2. Ao, T, Macalintal, L.M., Paul, M.A., Pescatore, A.J., Cantor, A.H., Ford, M.J., Timmons, B., Dawson, K.A. (2015): Effects of supplementing microalgae in laying hen diets on productive performance, fatty-acid profile and oxidative stability of eggs. *J.Appl.Poult.* 24, 394-400.
3. Bruneel, C., Lemahieu, C., Fraeye, I., Ryckebosch, E., Muylaert, K., Buyse, J., Faubert, I. (2013): Impact of microalgal feed supplementation on omega-3 fatty acid enrichment of hen eggs; *Journal of functional food* 5, 897-904.

4. Farrell, J. D. (1998): Enrichment of hen eggs with n-3 long chain fatty acids and evaluation on enriched eggs in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 68, 538-544.
5. Gnjidić, Z. (2014): Učinak omega-3 masnih kiselina na klinički tijek artritisa, *Medix*;113/11, 197- 204.
6. Kaewsutas, M., Sarikaphuti, A., Narartwanchai, T., Sittiprapaporn, P., Patchanee, P. (2016): The effect of dietary microalgae (*Schizochytrium* spp.) and fish oil in layers on docosahexaenoic acid omega-3 enrichment of the eggs. *Journal of Applied Animal Nutrition* 4;e7, 1-6
7. Kim, J., Barcus, M., Magnuson, A., Tao, L., Lei, X.G. (2016): Supplemental defatted microalgae affects egg and tissue fatty acid composition differently in laying hens fed diets containing corn and flaxseed oil. *J.Appl.Poult.* 25, 528-538
8. Kovač, D. (2017): Biotehnoški potencijal filamentoznih sojeva cijanobakterija sa područja Vojvodine. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju.
9. Lešić, T., Vulić, A., Cvetnić, L., Kudumija, N., Škrivanko, M., Pleadin, J. (2015): Udio masti i sastav masnih kiselina u kokošjim jajima hrvatskih proizvođača. *Veterinarska stanica* 46(5), 349-358.
10. Muhloth, A., Li, K., Rekke, G., Winge, P., Olsen, Y., Hohmann-Marriott, M.F., Vadstein, O., Bones, A.M. (2013): Pathways of lipid metabolism in marine algae, co-expression network, bottlenecks and candidate genes for enhanced production of EPA and DHA in species of Chromista. *Mar. Drugs* 11, 4662-4697.
11. Park, J.H., Upadhaya, S.D., Kim, I.H. (2015): Effect of Dietary Marine Microalgae (*Schizochytrium*) Powder on Egg Production, Blood lipid profiles, Egg Quality, and Fatty Acid Composition of Egg Yolk in Layers. *Asian Australas J. Anim. Sci.* 28, 391-397.
12. Patil, V., Kallqvist, T., Olsen, E., Vogt, G., Gislerod, H. R. (2007): Fatty acid composition of 12 microalgae for possible use in aquaculture feed. *Aquacult. Int* 15, 1-9.
13. Režić, T., Filipović, J., Šantek, B. (2014): Mikorlage-potencijalni izvor lipida za proizvodnju biodizela. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam* 9 (1-2), 26-36.
14. Safafar, H., Wagenen, J., Moller, P., Jacobsen, C. (2015): Carotenoids, Phenolic Compounds and Tocopherols Contribute to the Antioxidative Properties of Some Microalgae Species Grown on Industrial Wastewater. *Mar. Drugs* 13, 7339–7356.
15. Swiatkiewicz, S., Arczewska-Wlosek, A., Jozefiak, D. (2015): Application of microalgae biomass in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 71, 663-672.
16. Škrčić, Z., G. Kralik, Z. Gajčević, I. Bogut, D. Hanžek (2007): The increase of the n-3 PUFA content in eggs. *Poljoprivreda* 13, 47-52.

## The effect of microalgae addition in hen's feed on the omega-3 fatty acid content in eggs

### Abstract

Egg is a widely used food ingredient, and according to its composition, it is the cheapest source of high-quality proteins, vitamins and minerals. Eggs made from hens consumed specially designed foods rich in omega-3 fatty acids, have a modified fatty acid profile (increased content of omega-3 PUFAs) and can be declared as an enriched product with a beneficial benefit to human health. Microalgae are a rich source of omega-3 fatty acids, particularly docosahexaenoic (DHA) and eicosapentaenoic (EPA). The aim of this study is to explore the possibilities of enriching omega-3 fatty acids with the addition of microalgae in nuts. The study presents an overview of the current research on the effect of the addition of microalgae in egg food to egg quality and omega-3 fatty acid content in eggs.

**Key words:** microalgae, eggs, omega-3 fatty acids, laying hens

## Najčešće korišteni bikovi za umjetno osjemenjivanje krava i junica na području rada Veterinarske ambulante Farkaševac

Tatjana Tušek, Damir Alagić, Valentino Panić, Đurica Kalember, Vedran Nervo

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

### Sažetak

Na terenu Veterinarske ambulante Farkaševac uzgajaju se uglavnom simentalska goveda, po brojnosti zatim slijedi crni te crveni holštajn koji se koristi za križanje sa simentalcem. Izbor bikova za umjetno osjemenjivanje krava i junica u 2014. i 2015. godini na području rada ambulante Farkaševac pokazuje interes stočara za sjemenom onih bikova koji imaju najbolji indeks za mliječnost. Takav jednostrani izbor bikova za dobro adaptiranu kombiniranu simentalsku pasminu, dovodi u prvi plan manjkavosti odabranih bikova sa slabim indeksom za meso ili noge. Takvim pristupom u drugoj ili trećoj generaciji dobivena ženska telad će se pokazati kao dobre dojilje, ali će imati slabe noge te će im se smanjiti dugovječnost. U slučaju dobivene muške teladi namijenjene za tov, zbog slabog indeksa na meso, takva telad neće izrasti za 15 do 16 mjeseci u kvalitetne tovljenike što u konačnici produžuje tov i poskupljuje proizvodnju te smanjuje kakvoću mesa na liniji klanja.

**Ključne riječi:** simentalsko govedo, bik, umjetno osjemenjivanje

### Uvod

Umjetno osjemenjivanje (UO) se u govedarstvu u Hrvatskoj koristi već 60-ak godina i ima veliko ekonomsko, uzgojno i higijensko značenje (Tomašković i sur., 2007.). Najveći zadatak umjetnog osjemenjivanja je brzo širenje genoma najkvalitetnijih rasplodnjaka s ciljem poboljšanja proizvodnih svojstava. S vremenom razvile su se stanice za držanje visoko vrijednih rasplodnjaka kojima se uzima ejakulat te šalje na analizu u laboratorije i dalje na razrjeđivanje i konzerviranje. Tehnologija UO-a je jako napredovala te postala najuspješnija metoda osjemenjivanja krava. Jedna doza volumena od 0,25 ili 0,5 mL, za UO krava i junica, mora sadržavati najmanje 20 do 30 milijuna spermija, od kojih progresivno pokretljivih mora biti najmanje 15 do 20 milijuna. U dozi bika za UO mora biti najmanje 80% progresivno pokretljivih spermija, najviše 2% nezrelih spermija i 18% teratoloških oblika spermija (Cergolj i Samardžija, 2006.). Majić Balić (2010.) je istraživala količine ejakulata bikova mlađe i starije dobi tijekom proljeća, ljeta, jeseni i zime te je utvrdila da mladi bikovi u proljeće ejakuliraju prosječno  $3,73 \pm 1,30$  mL, ljeti  $4,74 \pm 1,41$  mL, u jesen  $4,16 \pm 1,17$  mL i zimi  $4,32 \pm 0,75$  mL sjemena, dok stariji bikovi u proljeće ejakuliraju prosječno  $5,76 \pm 2,27$  mL, ljeti  $8,97 \pm 3,59$  mL, u jesen  $6,34 \pm 1,84$  mL i zimi  $7,76 \pm 4,04$  mL sjemena. Biku se ejakulat uzima 2 do 4 puta tjedno. Na dan polučivanja se od bika uzme 2 do 3 ejakulata, a tijekom tjedna 4 do 12 ejakulata (Majić Balić, 2010.). Važno je napomenuti da rasplodnjaci trebaju imati tjedno jedan do dva dana odmora. Dobiveni ejakulat treba prije aplikacije pregledati i



ocijeniti. Osobito je važna ocjena ejakulata kod rasplodnjaka koji su prvi put stavljeni u rasplod. (Rupić, 2015.). Krave i junice uglavnom se osjemenjuju u staji na zahtjev vlasnika. Na taj način osjemenjivanje se može obavljati u optimalno vrijeme. (Herak-Perković i sur., 2012.).

### Materijal i metode

Na području rada Veterinarske ambulante Farkaševac, praćeni su rezultati UO krava i junica u 2014. i 2015. godini, a brojčano je obuhvaćeno oko 500 ženskih grla simentalske pasmine govda ili u tipu iste. Odabir bikova koji će se koristiti za pripust radi se isključivo dogovorno s vlasnikom krava. Veterinar odabire 10 do 15 bikova koji nisu u srodstvu s kravama na gospodarstvima koje prati navedena veterinarska ambulanta. Odabir bikova obavlja se iz kataloga za bikove triju dobavljača doza za UO krava u kojima se navodi 15 progeno testiranih i 15 genomski testiranih bikova. Veterinarska ambulanta najčešće uzima sjeme bikova od Repro Vet-a, CUO VŽ i u novije vrijeme Nova Genetik.

### Rezultati i rasprava

U tablici 1. prikazano je jedanaest najčešće traženih bikova za UO krava i junica u 2014. godini pri čemu su navedeni bikovi čija je donja granica iznosila 20, a najviša 148 utrošenih doza za U.O.

**Tablica 1.:** Sjeme bikova korištenih za UO krava i junica u 2014. godini

No.	Ime bika	Ukupno potrošenog sjemena	Pripust u razdoblju od 01.01.2014.-31.12.2014.					
			1. pripust	2. pripust	3. pripust	4. pripust	5. pripust	6. pripust
1.	RAIGRAS	148	83	38	17	6	2	1
2.	WIDO	91	34	36	15	3	3	
3.	HUMULUS	81	30	21	23	3	2	2
4.	MATTAWA	57	30	12	8	6	1	/
5.	INSCHALLAH	53	19	25	6	3	/	/
6.	WALGRANDE	48	15	21	6	2	4	/
7.	ZAHNBERG	32	18	10	4	/	/	/
8.	ESCOBAR	28	16	5	3	2	/	2
9.	POMPEO	25	8	4	8	2	1	2
10.	REINMEN	23	5	11	1	3	2	1
11.	PAULRED	20	6	9	4	1	/	/

Izvor: Veterinarska ambulanta Farkaševac, 2014.

Uočljivo je da su najkorišteniji bikovi u 2014. godini: Raigras, Wido i Humulus. Sva tri bika su simentalci visokog potencijala. To su uvozni bikovi koji su proizvedeni u Republici Njemačkoj (CUO Varaždin, 2016./2017.). Najbolji bik od tri najkorištenija bika u 2014. godini je Wido (oteljen: 29.05.2006.), bik sa svim indeksima iznad 100, što znači da je ocijenjen iznad prosjeka. Wido je tip bika koji je poželjan za odabir na bilo kojem gospodarstvu jer je izrazito dobar za proizvodnju junica koje će se koristiti u daljnjem rasplodu i u proizvodnji mlijeka, a također je odličan i prema indeksu za meso te daje vrlo kvalitetnu mušku telad za tov. Raigras (oteljen: 22.05.2006.) i Humulus (oteljen: 12.10.2008.) također su dva kvalitetna bika, koji su izrazito dobri za proizvodnju junica za daljnji rasplod, ali su malo lošiji što se tiče proizvodnje muške teladi za tov jer je njihov indeks za meso nešto slabiji. Sva tri bika su dosta dugovječna i dat će žensku telad koja će moći izdržati više od tri visoko produktivne laktacije. Kćeri Raigrasa imaju vrlo visoku proizvodnju mli-

jeka, ali slabijeg sastava. Osobine mesa su prosječne (slab randman) te slabiji indeks za noge. Iz Tablice 1. je vidljivo da je većina krava i junica koje su osjemenjene sjemenom tih bikova ostale gravidne iz prvog ili drugog osjemenjivanja. Ukupno je koncipiralo iz dva osjemenjivanja 63% ženskih grla sjemenom bika Humulusa, 77% sjemenom bika Wida i 82% sjemenom bika Raigras.

U Tablici 2. prikazano je 11 najčešće traženih bikova za UO krava i junica u 2015. godini pri čemu su navedeni bikovi čija je donja granica iznosila 23, a najviša 129 utrošenih doza za UO.

**Tablica 2.:** Sjeme bikova korištenih za UO junica i krava u 2015. godini

No.	Ime bika	Ukupno potrošenog sjemena	Pripust u razdoblju od 01.01.2015. - 31.12.2015.					
			1. pripust	2. pripust	3. pripust	4. pripust	5. pripust	6. pripust
1.	<b>MARTIN</b>	<b>129</b>	<b>64</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
2.	<b>HUMULUS</b>	<b>63</b>	<b>18</b>	<b>25</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
3.	MATATU	44	23	14	4	2	1	/
4.	ROSSWAND	38	13	15	6	1	2	1
5.	<b>RAUL</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>/</b>	<b>1</b>
6.	MAGE	29	7	12	2	1	3	4
7.	WEBURG	29	13	10	4	1	/	1
8.	MANIA	28	15	9	4	/	/	/
9.	WALGRANDE	25	9	10	4	2	/	/
10.	POMPEO	24	8	9	5	2	/	/
11.	WIDO	23	11	5	5	2	/	/

Izvor: Veterinarska ambulanta Farkaševac, 2015.

Najkorišteniji bikovi u 2015. godini bili su Martin (oteljen: 11.8.2012.) i Humulus, a Raul (oteljen: 18.7.2008.) je izdvojen radi dobrog indeksa za meso (HPA, 2012./2013.). Humulus je već razmatran stoga će opisom biti obuhvaćena ostala dva bika. Martin je bik koji u 2015. godini nije bio progeno testiran, nego je stavljen u slobodnu proizvodnju da bi se vidjelo kakve će rezultate postići. Prodano je jako puno sjemena što je vidljivo i iz tablice, krave i junice su dosta dobro koncipirale s njim (ukupno 78% od dva UO), imao je dobre genomske testove na mlijeko, dok su na meso bili dosta slabi. Nakon provedenih progenih testiranja taj bik nije zadovoljio i povučen je iz prodaje. Raul je bik koji je imao odlične testove. Ukupno je koncipiralo 80% ženskih grla nakon dva UO. Taj bik je nešto slabiji s indeksom mlijeka, ali zato ima izuzetno dobar indeks za meso. Dosta je korišten, no kasnije mu je otkriven genetski defekt pa se danas slabije koristi, jer se farmeri danas odlučuju za bikove koji nisu nositelji genetskih defekata. Uspješnost koncipiranih krava i junica promatrano unutar određenog godišnjeg doba bila je najveća u proljeće (80% koncipiranih krava i junica od ukupnog broja osjemenjenih krava) i u jesen, 70%, a u zimi 60% (blage zime – Plačko Vršnak i sur., 2016.) dok svega 20% u ljeto. Na takve podatke dosta veliki utjecaj ima dužina dana i optimalna visina okolišne temperature od 22 °C.

### Zaključak

1. Najčešće korišteni bikovi simentalke pasmine za UO krava i junica po izboru stočara na području rada Veterinarske ambulante Farkaševac u 2014. godini su bikovi Raigras, Wido i Humulus, a u 2015. godini Martin i Humulus.
2. Pobrojani bikovi imaju visok indeks za mliječnost, a slabiji za meso.

3. Dob odabranih bikova za UO krava i junica kreće se između 7 i 8 godina izuzev trogodišnjeg bika Martina.
4. Mladi bik Martin ima dobre genomske testove na mlijeko, ali nakon loših rezultata progenog testiranja povučen je iz upotrebe.
5. Izdvojen bik Raul ima slabiji indeks za mlijeko, ali izuzetno dobar indeks za meso, naknadno mu je utvrđeno nositeljstvo genetskog defekta što negativno utječe na daljnji interes stočara.
6. Svi bikovi imaju visoku uspješnost koncepcije krava i junica koja je najizraženija u proljeće.
7. Stočari prema iskazanom interesu preferiraju izbor bikova prema indeksu mliječnosti, iako se radi o kombiniranom tipu goveda, što bi kroz dodatne edukacije stočara trebalo usmjeriti na kriterije koji bi ujednačili uzgoj kombiniranog tipa simentalaskog goveda.

### Literatura

1. Cergolj, M., Samardžija, M. (2006): Veterinarska andrologija, Medicinska naklada, Zagreb.
2. Herak-Perković, V., Grabarević, Ž., Kos, J. (2012): Veterinarski priručnik 6. Izdanje. Medicinska naklada, Zagreb.
3. HPA (2012/2013): Katalog živih bikova simentalaske pasmine.
4. Katalog bikova simentalaske pasmine (2016/2017): Centar za umjetno osjemenjivanje goveda d.o.o. Varaždin.
5. Majić-Balić, I. (2010): Prednosti umjetnog osjemenjivanja duboko smrznutom spermom bika (05.09.2017, 15:25) <http://www.crsh.hr/content/files/1002-0136-1-govedarstvo-prednosti-umjetnog-osjemenjivanja.doc>.
6. Plačko Vršnak, D., Mokorić, M., Mikec, K. (2016): Analiza zime 2014.- 2015. godine po tipovima vremena (14. 3. 2018., 10,05 h) [http://klima.hr/razno/publikacije/zima2014\\_2015\\_tipovi.pdf](http://klima.hr/razno/publikacije/zima2014_2015_tipovi.pdf)
7. Rupiće, V. (2015): Reprodukcijska domaćih životinja. Zrinski d.d., Čakovec.
8. Tomašković, A., Makek, Z., Dobranić, T., Samardžija, M. (2007): Rasplodivanje krava i junica, Veterinarski fakultet, Zagreb.
9. Podaci Veterinarske ambulante Farkaševac (2014).
10. Podaci Veterinarske ambulante Farkaševac (2015).

## Most common bulls for artificial insemination of cows and heifers in a field of operation of Veterinary Ambulance Farkaševac

### Abstract

In a field of operation of Veterinary Ambulance Farkaševac farmers are mainly breeding Simmental cattle, followed by the number of Black Holstein and the Red Holstein used for crossing with Simmental breed. The selection of bulls for the artificial insemination of cows and heifers in 2014 and 2015 in the field of operation of veterinary ambulance Farkaševac shows the interest of the cattle breeders for the bulls that have the best milking index. Such a unilateral selection of bulls for a well-adapted combined Simmental breed points out the shortcomings of selected bulls with a weak index of meat or legs. With such approaches in the second or third generation, the female calves will become good dairy cows but will have weak legs and reduced longevity. In the case of male calves for fattening due to poor meat index, such calves will not grow for 15 to 16 months in quality fattening steers, which will ultimately prolong fattening, increase production costs and reduce the quality of meat on slaughter line.

**Key words:** Simmental cattle, bull, artificial insemination.

## Genetski markeri u identifikaciji bioraznolikosti medonosne pčele (*Apis mellifera*)

Dorothea Pimpi-Steiner, Marin Kovačić, Zlatko Puškadija, Boris Lukić, Nikola Raguz

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1,  
31000 Osijek, Hrvatska, e-mail: nraguz@pfos.hr*

### Sažetak

Varijabilnost pčelinjih zajednica u Europi smanjuje se uslijed brojnih čimbenika. To je prvenstveno posljedica širenja raznih bolesti pčela (varooza, nozemoza i različite viroze), jednolične ishrane pčela (monokultura), upotrebe zaštitnih sredstava (pesticida) u biljnoj proizvodnji te trgovina i uvoz većinom dvije podvrste medonosne pčele, sive ili kranjske pčele (*A. m. carnica*) te žute ili talijanske pčele (*A. m. ligustica*). Iako su provedena brojna istraživanja, stvarni uzroci pada navedenog broja pčelinjih zajednica nisu u potpunosti jasni. S ciljem očuvanja lokalno prilagođenih podvrsta i ekotipova putem suvremenih uzgojnih programa, takve populacije je najprije potrebno utvrditi. U ovom radu bit će obrađene morfometrijske i molekularne metode koje su trenutno dostupne te se koriste za potrebe ispitivanja genetske specifičnosti i identifikaciju bioraznolikosti pčela, te bolji uvid u njihove taksonomske odnose.

**Ključne riječi:** bioraznolikost, morfometrija, mikrosateliti, alozimi, SNP markeri.

### Uvod

Medonosna pčela (*Apis mellifera*) je najraširenija vrsta pčela koja se uzgaja s ciljem proizvodnje meda i ostalih pčelinjih proizvoda te se može naći na svim kontinentima osim na Antarktici. Prirodno stanište medonosne pčele je veliko i obuhvaća područje Bliskog istoka, Afrike i Europe. Ljudi su zaslužni za njezino daljnje širenje, uvodeći europske podvrste u Sjevernu i Južnu Ameriku, Australiju, Novi Zeland i Istočnu Aziju. Podvrste su na temelju analize mitohondrijske DNK (Ruttner, 1988.) podijeljene u četiri glavne grane. Afričke podvrste pripadaju grani A, sjeverozapadne europske podvrste grani M, jugoistočne europske podvrste grani C i srednjoistočne podvrste grani O. Najranija istraživanja bioraznolikosti pčela zasnivala su se isključivo na morfometrijskim metodama i bila su usmjerena prema rasvjetljavanju taksonomskih odnosa unutar vrste. Iako su morfometrijske metode pokazale visoku preciznost zahvaljujući korištenju velikog broja ispitivanih parametara, one su istovremeno bile dugotrajne zbog velikog broja fenotipskih mjerenja. Za potrebe ispitivanja genetskih specifičnosti podvrsta i identifikacije bioraznolikosti medonosnih pčela te boljeg uvida u njihove taksonomske odnose, počele su se primjenjivati molekularne metode koje su znatno brže i preciznije. Ove metode omogućuju korištenje molekularnih informacija s ciljem određivanja srodstvenih odnosa između vrsta i postavljanja vrlo precizne znanstvene klasifikacije analiziranih organizama. Karakteristika medonosne pčele je velika varijabilnost (27 opisanih podvrsta) i prilagođenost lokalnim uvjetima klime i vegetacije. Međutim, zbog sve većih nastojanja za povećanjem ekonomske isplativosti proizvodnje, trgovina i razmjena pčela dovela je do povećanja uniformnosti između populacija i smanjenja genet-

ske raznolikosti. Stoga se javila potreba za poticanjem regionalnih istraživanja u svrhu očuvanja lokalno prilagođenih podvrsta pčela. Da bi se taj cilj postigao, potrebno je imati referentnu populaciju za identifikaciju ekotipova koji će se koristiti za daljnji uzgoj. Za osiguravanje stabilne početne populacije, važno je da referentna baza odražava prirodnu varijaciju medonosnih pčela i pokriva najveći dio svih populacija u Europi, ali i u svijetu. Stoga je cilj ovoga rada bio obraditi metode i tehnike utvrđivanja bioraznolikosti pčela kako bi se olakšalo prikupljanje podataka prilagođenih za integraciju na razini cijele Europe i svijeta, s ciljem koherentnijeg shvaćanja raznolikosti medonosnih pčela.

### **Prikupljanje i pohranjivanje uzoraka**

Za sve opisane metode u ovom radu, pčele se prije analize usmrćuju te je prikladno prikupljanje od 30 do 40 radilica po zajednici. Za molekularne (DNK) analize, metoda usmrćivanja nije važna i preporučuje se skladištenje u 95% etanolu. Zamrzavanje je također moguće, ali rijetko je opcija prilikom prikupljanja na terenu. Skladištenje u bilo kojoj tekućini koja sadrži formaldehid ili ocatenu kiselinu nije preporučljivo jer uništava DNK. No, za analizu alozima, pčele bi trebale biti prenesene žive u laboratorij ili ih zamrznuti na licu mjesta (suhi led, tekući dušik).

### **Morfometrijska mjerenja**

Morfometrija kod pčela proučava kvantitativne (dužina, širina, površina pojedinih dijelova tijela) i kvalitativne (boja, građa tijela) fenotipske karakteristike. Morfometrijske analize predstavljaju najjeftiniju i najpraktičniju metodu za proučavanje fenotipske raznolikosti medonosne pčele (Ruttner, 1988.). Različiti dijelovi tijela (krila, noge, prsište, zadak) koriste su u morfometrijskim analizama. Najsigurnija i najinformativnija je morfometrija krila pčela. Pri tome se koriste tri glavna pristupa; klasična morfometrija krila, metoda DAWINO i geometrijska morfometrija krila. Međutim, za potrebe ispitivanja genetskih specifičnosti podvrsta i identifikacije bioraznolikosti i boljeg uvida u taksonomske odnose, razvijene su molekularne metode koje su znatno brže i preciznije od onih zasnovanih na morfometriji.

### **Molekularne metode**

Jedan od najznačajnijih molekularnih markera, koji se koristi u proučavanju bioraznolikosti pčela, je mitohondrijska DNK (mtDNK). To je deoksiribonukleinska kiselina koja se nalazi u mitohondrijima eukariotskih organizama koji pretvaraju kemijsku energiju iz hrane u oblik koji stanice mogu iskoristiti (ATP). Za razliku od nuklearne DNK, koja se nasljeđuje od oca i majke, mtDNK je naslijeđena samo putem majke, što je ovaj marker učinilo jednim od najpopularnijih markera u genetskim istraživanjima medonosne pčele. Varijacije mtDNK u medonosne pčele su otkrivene pomoću različitih molekularnih metoda: RFLP te sekvenciranje fragmenata (eng. Restricted Fragment Length Polymorphism - polimorfizam dužine restrikcijskih fragmenata) i PCR-RFLP.

Pomoću RFLP metode DNK uzorak se razlaže (digestira) pomoću restrikcijskih enzima na pojedine dijelove, a samim time restrikcijski fragmenti su u gel elektroforezi razdvojeni, u skladu s njihovim dužinama. Elektroforeza je način određivanja veličine fragmenata nukleinskih kiselina na agaroznom ili poliakrilamidnom gelu. Najjednostavnija je horizontalna agarozna gel elektroforeza koja uglavnom služi za provjeru kvalitete ekstrahiranih nukleinskih kiselina, kao i za detekciju fragmenata nakon PCR reakcije ili RFLP metode.

PCR (eng. Polymerase Chain Reaction - polimerazna lančana reakcija) bazirana na RFLP metodi vrlo je jednostavna. Dio DNK molekule koji se želi umnožiti utvrđuje se kratkim oligonukleotidnim sekvencama, koje su komplementarne krajevima dijela DNK od interesa. Ovi primeri su po-

kretači serije reakcija pomoću enzima DNK polimeraze, koja na kalupu jednog lanca DNK sintetizira novi, komplementarni lanac, pri čemu veličina sintetiziranog dijela DNK molekule odgovara dužini koju omeđuje izabrani primer. Prvi korak u PCR-RFLP analizi je umnažanje fragmenta koji sadrži varijaciju, nakon čega slijedi tretiranje umnoženog fragmenta s odgovarajućim restrikcijskim enzimom. Budući da prisutnost ili odsutnost mjesta za prepoznavanje restrikcijskog enzima rezultira formiranjem restrikcijskih fragmenata različitih veličina, identifikacija alela može se provesti elektroforetskim odstranjivanjem fragmenata. Najčešći test korišten u istraživanju bioraznolikosti pčela je Dral test (Dral restrikcijski enzim).

Sekvenciranje DNK je najpreciznija i najinformativnija metoda za otkrivanje mtDNK varijacija. To je proces određivanja točnog poretka (sekvencije, niza) nukleotida u molekuli DNK. Podaci sekvenci generiraju haplotipove, koji su istovjetni po porijeklu, a potrebni su za filogenetsku analizu (Arias i Sheppard, 1996.). Također, sekvenciranje je uglavnom korišteno za karakterizaciju novih COI-COII/Dral haplotipova (Franck i sur., 2001., Collet i sur., 2006., Shaibi i sur., 2009., Pinto i sur., 2012.).

Analiza alozima predstavlja istraživanje alelnih varijacija na enzimskim lokusima, dostupnim gel elektroforezom. Predstavlja prvu vrstu molekularnog markera koji se počeo primjenjivati u istraživanju bioraznolikosti medonosne pčele. Alozimi predstavljaju enzime kodirane iz različitih alela istog gena. Jedan od najvažnijih polimorfnih i najčešće korištenih enzimskih lokusa u istraživanjima varijabilnosti populacija medonosnih pčela je Mdh1 lokus (malat-dehidrogenaza). Njegova varijabilnost je osobito korisna, jer se frekvencije ovih alela uvelike razlikuju između različitih podvrsta medonosne pčele. Međutim, budući da postoje dokazi da se varijabilnost Mdh1 lokusa može tumačiti kao posljedica fiziološke prilagodbe različitim klimatskim uvjetima i pri tome nužno ne odražava protok gena (Coelho i Mitton, 1988., Nielsen i sur., 1994., Cornuet i sur., 1995.), zaključuje se da Mdh1 lokus očito nije objektivan pokazatelj populacijske varijacije medonosnih pčela (Meixner i sur., 2013.).

DNK mikrosateliti predstavljaju dijelove molekule DNK koje čine nizovi od dva do šest baznih parova, a koji se u kontinuitetu ponavljaju od pet do sto i više puta po jednom genskom lokusu. Ovi molekularni markeri prisutni su u genomu eukariota i u kloroplastima biljnih stanica, a zahvaljujući kodominantnom načinu nasljeđivanja vrlo su pogodni za genetsko-populacijska istraživanja, mapiranje genoma, kao i za utvrđivanje roditeljstva kod ljudi i životinja. Pokazali su se vrlo pogodnim za razlikovanje populacija medonosne pčele. Tako je determinacija podvrsta medonosne pčele (*A. mellifera*) porijeklom iz Afrike i Europe utvrđena na osnovu polimorfizama sedam mikrosatelita koji su po lokusu imali 7-30 alela, čime su potvrđeni rezultati o postojanju tri evolucijske linije pčela, prethodno dobiveni metodama morfometrije i analizom mtDNK (Estoup i sur., 1995.). Značajan doprinos molekularnim istraživanjima varijabilnosti medonosne pčele (*A. mellifera*) dali su Solignac i sur. (2003.) definiranjem više od 550 mikrosatelitnih markera koji su se, osim što su bili polimorfni, mogli primijeniti i u istraživanjima ostalih vrsta roda *Apis*.

SNP marker (eng. Single Nucleotide Polymorphism) ili polimorfizam jednog nukleotida je vrsta genetskog markera koji prikazuje zamjenu jednog nukleotida nekim drugim nukleotidom. Primjerice, ako je promatrana sekvencija na određenoj lokaciji gena promatrane biološke vrste sastavljena od niza nukleotida AAGCCTA, a zatim nastane promjena redoslijeda nukleotida, kao npr. AAGCTTA. Za otkrivanje SNP mutacija, odnosno utvrđivanje bilo koje poznate točkaste mutacije u DNK, koristi se ARMS metoda (eng. Amplification Refractory Mutation System) koja je brža, jednostavnija i znatno ekonomičnija od metode sekvenciranja. Za razliku od ljudi postoji samo jedan komercijalni SNP test za pčele. Jedan od pokusa su izradili Spötter i sur. (2012.) za otkrivanje tolerantnosti na varoosu kod sive ili kranjske pčele (*A. mellifera carnica*) koji omogu-

čuje analizu od 44.000 lokusa. SNP markeri imaju veliki potencijal za primjenu iz dva razloga. Na analitičkoj razini, pokrivenost cijelog genoma (kodirajuće i nekodirajuće regije) potencijalno vodi do pouzdane identifikacije i točnije procjene razina introgresije. Na tehničkoj razini, to je mogućnost korištenja novih tehnologija koje omogućuju genotipizaciju visoke kvalitete, kvalitetu podataka i lako kalibriranje među laboratorijima, te tako olakšavaju analizu velikih količina podataka, razmjenu podataka među laboratorijima i razvoj javnih baza.

### Zaključak

Genetska varijabilnost u populaciji je osobito važna za održavanje bioraznolikosti, jer bez nje se jedinka i populacija ne mogu dugoročno prilagođavati promjenama životnih uvjeta. Kako bi se identificirala bioraznolikost, potrebno je determinirati različite populacije i ekotipove pčela. Determinacija se provodi morfometrijskim analizama (dužina i širina tijela, oblik, boja, površina), a za bolji uvid u taksonomske odnose medonosnih pčela preporučuju se molekularne metode koje su znatno brže i preciznije. U molekularne se metode ubrajaju analiza mitohondrijske DNK te analiza nuklearnih markera (analiza alozima, DNK mikrosatelita i SNP markeri). Navedene metode omogućuju korištenje molekularnih informacija za utvrđivanje srodstvenih odnosa između vrsta i dobivanje precizne klasifikacije istraživanih uzoraka pčela. Zbog iznimne gospodarske, poljoprivredne i ekološke važnosti, medonosna pčela je vrsta koju je potrebno zaštititi i očuvati.

Ovaj rad nastao je kao rezultat projekta „Bioraznolikost populacije sive pčele (*Apis mellifera carnica*) u Republici Hrvatskoj (BioBeeCro)“ financiranog od strane Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju.

### Literatura

1. Arias, M.C., Sheppard, W.S. (1996): Molecular phylogenetics of honey bee subspecies (*Apis mellifera*) inferred from mitochondrial DNA sequence. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 5, 557–566.
2. Coelho, J.R., Mitton, J.B. (1988): Oxygen consumption during hovering is associated with genetic variation of enzymes in honey bees. *Functional Ecology* 2, 141-146.
3. Collet, T., Ferreira, K.M., Arias, M.C., Soares, A.E.E., Del Lama, M.A. (2006): Genetic structure of Africanized honey bee populations (*Apis mellifera*) from Brazil and Uruguay viewed through mitochondrial DNA COI–COII patterns. *Heredity* 97, 329-335.
4. Cornuet, J.M., Oldroyd, B.P., Crozier, R.H (1995): Unequal thermostability of allelic forms of malate dehydrogenase in honey bees. *Journal of Apicultural Research* 34, 45-47.
5. Estoup, A., Garnery, L., Solignac, M., Cornuet, J.M. (1995): Microsatellite variation in honey bee (*Apis mellifera*) populations: Hierarchical genetic structure and test of the infinite allele and stepwise mutation models. *Genetics* 140, 679-695.
6. Franck, P., Garnery, L., Loiseau, A. (2001): Genetic diversity of the honey bee in Africa: microsatellite and mitochondrial data. *Heredity* 86, 420–430.
7. Meixner M.D., Pinto M.A., Bouga M., Kryger P., Ivanova E., Fuchs S. (2013): Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera*, *Journal of Apicultural Research*, 52 (4), 1-28.
8. Nielsen, D., Page, J.R.E., Crosland, M.W.J (1994): Clinal variation and selection of MDH allozymes in honey bee populations. *Experientia* 50, 867-871.
9. Pinto, M.A., Munoz, I., Chavez-Galarza, J., De La Rúa, P. (2012): The Atlantic side of the Iberian peninsula: a hot-spot of novel African honey bee maternal diversity. *Apidologie* 43, 663-673.
10. Ruttner, F. (1988): *Biogeography and taxonomy of honey bees*. Springer-Verlag, Berlin, Germany. ISBN 0387177817.
11. Shaibi, T., Munoz, I., Dall'Olio, R., Lodesani, M., De La Rúa, P., Moritz, R.F.A (2009): *Apis mellifera* evolutionary lineages in Northern Africa: Libya, where orient meets occident. *Insectes Sociaux* 56, 293-300.

12. Solignac, M., Vautrin, D., Loiseau, A., Mougél, F., Baudry, E., Estoup, A., Garnery, L., Haberl, M., Cornuet, J.M. (2003): Five hundred and fifty microsatellite markers for the study of the honey bee (*Apis mellifera* L.) genome. *Molecular Ecology Notes* 3, 307-311.
13. Spötter, A., Gupta, P., Nurnberg, G., Reinsch, N., Bienefeld, K. (2012): Development of a 44K SNP assay focussing on the analysis of a varroa-specific defence behaviour in honey bees (*Apis mellifera carnica*). *Molecular Ecology Resources* 12, 323-332.

## Application of genetic markers in identification of biodiversity of honey bees (*Apis mellifera*)

### Summary

The natural variability of Western honey bee (*Apis mellifera*) in Europe is reduced due to a number of reasons. These are primarily consequences of spread of various bee diseases (varroosis, nosemosis, and variable viruses), uniform nutrition of bees (monoculture), significant use of pesticides in plant production and trade and import of mainly two subspecies (*A. m. carnica* and *A. m. ligustica*). The actual causes of the honey bee colony losses are not fully clear, although numerous studies have been carried out. In order to preserve locally adapted subspecies and ecotypes through contemporary breeding programs, such populations need to be determined at first. In this article, the methods currently available, will be presented and used for investigation of genetic specificity and identification of bee biodiversity, also for better insight into their taxonomic relationships.

**Key words:** biodiversity, morphometry, microsatellites, allozymes, SNP markers.



## Genetska raznolikost sive pčele (*Apis mellifera carnica*) u Republici Hrvatskoj

Maja Mečeri, Marin Kovačić, Zlatko Puškadija, Nikola Raguž, Boris Lukić

*Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska. email: blukic@pfos.hr*

### Sažetak

Siva pčela (*Apis mellifera carnica*) hrvatska je autohtona podvrsta (pasmina) medonosne pčele. Na području Republike Hrvatske utvrđena su tri njezina ekotipa (gorski, panonski i mediteranski), koji su se ovisno o klimi, vegetaciji te drugim geografskim obilježjima prilagodili lokalnim staništima. Gorski je ekotip rasprostranjen na području Like i Gorskog kotara, panonski na području kontinentalne Hrvatske te mediteranski na priobalnom i otočnom području. Analize mitohondrijske DNK, utvrdile su evolucijsku pripadnost sive pčele C-liniji te dvije subpopulacije u Dalmaciji. Međutim, sustavne i detaljne analize genetske raznolikosti sive pčele koristeći genetske markere u Hrvatskoj do danas nisu provedene. Cilj je ovog rada, pregledom dosadašnjih istraživanja prikazati stanje genetske raznolikosti na populaciji sive pčele u Republici Hrvatskoj te ukazati na važnost njenog očuvanja.

**Ključne riječi:** siva pčela, ekotip, bioraznolikost, genetska varijabilnost, Hrvatska

### Uvod

Medonosna pčela (*Apis mellifera* L.) potječe s područja Afrike i Euroazije odakle je do danas raširena po ostalim kontinentima. Taksonomija medonosne pčele određuje se analizom morfoloških svojstava na tijelu pčele, a do danas je već opisano 27 podvrsta (Ruttner, 1988.; Sheppard i sur., 1997.; Sheppard i Meixner, 2003.; Meixner i sur., 2013.). Danas je poznato postojanje pet evolucijskih grana, od kojih se četiri nalazi oko Sredozemnog mora: afrička grana (A), sjeverna i zapadna europska grana (M), jugoistočna europska grana (C) i bliskoistočna grana (O) (Ruttner, 1988.; Franck i sur. 2001.) Evolucijske grane su određene na osnovu morfoloških i genetskih osobina. Zapadnu i sjevernu Europu prirodno nastanjuju podvrste M evolucijske grane tamna europska pčela (*A. m. mellifera*) i iberijska pčela (*A. m. iberiensis*), dok središnju i jugoistočnu Europu prirodno nastanjuju pčele C evolucijske grane, talijanska pčela (*A. m. ligustica*), siva pčela (*A. m. carnica*), makedonska pčela (*A. m. macedonica*) i grčka pčela (*A. m. cecropia*).

Siva pčela je podvrsta medonosne pčele koja prirodno nastanjuje područje južno od Alpa, sjeverno od Italije te istočno od Slovenije prema Rumunjskoj (Engel, 1999.; Ruttner, 1988.), gdje su klimatske prilike karakteristične po dugim i oštrim zimama te iznimno vrućim ljetima. U ovakvim su se okolnostima razvila i glavna prepoznatljiva svojstva ove pčele, vitalnost te brza i energična reakcija na svaku promjenu u prirodi (Dražić i sur. 1998.). Osim navedenog, specifični su okolišni uvjeti ovog područja utjecali na razvoj tri ekotipa

sive pčele: gorski, panonski te mediteranski. Gorski je ekotip rasprostranjen na području Like i Gorskog kotara, panonski ekotip na području kontinentalne Hrvatske te mediteranski ekotip na priobalnom i otočnom području.

U Republici Hrvatskoj, siva pčela je priznata kao autohtona podvrsta (pasma) medonosne pčele i zakonski je zabranjen uvoz bilo koje druge podvrste (Uzgojni program sive pčele, 2005.). Sukladno tome razvijen je uzgojni program s ciljem očuvanja njezine genetske varijabilnosti i poboljšanja njenih svojstava (Uzgojni program sive pčele, 2005.). Siva je pčela dobila ime po kratkim sivim dlačicama obraslim po čitavom tijelu čija se duljina kreće od 0,25-0,35 mm. Rilce joj je duljine od 6,4 – 6,8 mm, boja hitna joj je tamna, dok je prvi leđni poluprsten smečkasto-crvenkast ili tamniji s točkicama. Neka od najvažnijih bioloških svojstava sive pčele su slabo izražen obrambeni nagon, brzi proljetni razvoj, dobro zimovanje s malim brojem pčela, istaknut nagon za rojenjem, mirnoća na saću, razvijen osjećaj orijentacije te dobar prinos meda (Ruttner, 1988.). Zbog navedenih svojstava danas je jedna od najraširenijih podvrsta medonosne pčele.

### Morfometrijske analize bioraznolikosti sive pčele

Prije pojave genetskih markera, u analizama bioraznolikosti pčela, najčešće su se koristile metode morfometrijske analize brojnih kvantitativnih i kvalitativnih fenotipskih svojstava. Najčešće korištena morfometrijska analiza za utvrđivanje podvrsta pčela je morfometrija krila. Usporedbom rezultata mjerenja dužine krila moguće je utvrditi razliku subpopulacija pčela iz različitih regija, na temelju čega je razvijena referentna baza svojstava sive pčele (Tablica 1.). Rezultati ovakvih istraživanja utvrdili su postojanje 3 ekotipa sive pčele u Hrvatskoj: gorski, panonski te mediteranski (Dražić i sur. 1998., Ruttner, 1988.).

**Tablica 1.** Dužina krila između ekotipova sive pčele

Ekotip	N	Dužina krila (mm)	Istraživanje
Alpski (Austrija)	21	9,403	Ruttner, 1988.
Panonski (Mađarska)	16	9,265	
Mediteranski (Hrvatska)	6	9,177	
Gorski (Hrvatska)	209	9,263	Dražić i sur. (1998., 1999.)
Panonski (Hrvatska)	210	9,198	
Mediteranski (Hrvatska)	210	9,157	

\* u zagradi su navedene lokacije uzorkovanja

Sljedeći od morfometrijskih parametara je utvrđivanje kubitalnog indeksa, koji predstavlja odnos stranica a i b treće kubitalne stanice na prednjem krilu pčele radilice, a mjeri se na reprezentativnom broju radilica. Prosječni kubitalni indeks za sivu pčelu kod radilica iznosi 2,7, stoga se može uočiti utjecaj, odnosno introgresija tamne europske pčele (*A. m. mellifera*) čiji kubitalni indeks iznosi 1,7, te talijanske pčele (*A. m. ligustica*) čiji kubitalni indeks iznosi 2,3 (Uzgojni program sive pčele, 2005.). Osim u kubitalnom indeksu, razlike između podvrsta i ekotipova postoje i u drugim morfometrijskim svojstvima: boja kolutića, širina tomentuma na četvrtom kolutiću, duljina dlačica na petom kolutiću, duljina rilca, veličina goljenice zadnje noge, dumb-bell indeks i diskoidalni pomak, a neke od navedenih su prikazane u Tablici 2.

**Tablica 2.** Osnovni morfometrijski parametri sive pčele (Uzgojni program sive pčele, 2005.)

Parametar	Radilica	Trut	Matica
Masa (g)	0-1	0,	0,2
Duljina (mm)	12-14	15-17	15-20
Duljina dlačica (mm)	0,25-0,35	-	-
Duljina rilica (mm)	6,4-6,8	-	-
Kubitalni indeks	2,4-3,0	1,8-2,3	-
Diskoidalni pomak	Pozitivan	Pozitivan	-
Dumb-bell indeks	0,8-1,2	-	-

U radu Dražić i sur. (1998.) provedeno je opsežno morfometrijsko istraživanje na 629 pčela radilica. U istraživanju su mjerena širina, dužina i površina prednjeg krila, dužina i površina bedra, goljenice i zastopalja te širina goljenice i zastopalja stražnje noge. Najviše vrijednosti dužine i širine mjerenih svojstava nogu utvrđene su kod mediteranskog ekotipa, dok su kod gorskog bile najniže. S druge strane, vrijednosti dužine i površine krila bile su najniže kod mediteranskog ekotipa. Klaster analizom je utvrđena velika varijabilnost te značajne razlike mjerenih svojstava pčela iz mediteranskog područja u odnosu na pčele podrijetlom iz panonske i gorske regije, između kojih varijabilnost nije bila izražena.

### Analiza bioraznolikosti sive pčele genetskim markerima

Prva su se istraživanja genetske varijabilnosti kod pčela temeljila na utvrđivanju varijabilnosti aloenzima (Mestriner, 1969.). Aloenzimi ili alozimi su oblici enzima različitih struktura koji imaju istu funkciju te su kodirani različitim alelima istog genskog lokusa. Različiti oblici ovih enzima služili su istraživačima kao markeri za dublji uvid o genetskim razlikama između populacija te postojanju mogućeg križanja s pčelama iz drugih populacija. U ovim su analizama najčešće korišteni lokusi za malat-dehidrogenazu (Mdh) i heksokinazu (HK). Sheppard i Berlocher (1989.) utvrdili su polimorfizme na sedam aloenzimskih lokusa s pomoću kojih je moguće razlikovati različite vrste pčela. Osim za utvrđivanje vrsta pčela, relativno uspješno, ove su metode korištene i za utvrđivanje podvrsta medonosnih pčela u Europi (Cornuet i sur., 1986.; Ivanova i sur., 2007.). Međutim, često su postizale slabiju preciznost (Coelho i Mitton, 1988.) te se stoga smatraju neprikladnim za utvrđivanje ekotipova sive pčele.

Na području Hrvatske provedena su istraživanja genetske varijabilnosti sive pčele koristeći mikrosatelitne markere te markere mitohondrijske ili mtDNK (Sušnik i sur. 2004., Munoz i sur. 2009.). Mikrosatelitni markeri su kratki ponavljajući segmenti DNK koji se razlikuju između individua brojem ponavljanja. Mitohondrijska DNK se nasljeđuje samo preko majke, stoga se zbog specifičnosti genetike pčela prema kojoj i radilice i trutovi potječu od iste matice te imaju i iste mtDNK, vrlo često koriste u genetskim istraživanjima medonosnih pčela. Najčešće se u analizi haplotipova mtDNK koristi varijabilnost unutargenske regije COI-COII (citokrom c oksidaze – podjedinice 1 i 2) te unutargenske regije tRNA<sub>Leu</sub>. Ovisno o utvrđenim genotipovima, određuje se pripadnost jednoj od 5 evolucijskih linija ili mitotipova: A, M, C, O i Y (Franck i sur., 2001.). Prema ovoj klasifikaciji, siva pčela pripada mitohondrijskoj liniji C. S obzirom na opisanu metodologiju, u Sloveniji su provedena genetska istraživanja sive pčele (Sušnik i sur., 2004.) na slovenskoj i dijelu hrvatske populacije pčela te je utvrđena niska varijabilnost mikrosatelitnih lokusa sugerirajući visoku genetsku sličnost između populacija. Međutim, u istom je istraživanju utvrđena značajna genetska

razlika populacija u odnosu na populaciju makedonske pčele (*A. m. macedonica*). U istraživanju Pentek-Zakari i sur. (2015.) na mađarskoj populaciji sive pčele koristeći 9 mikrosatelita te varijabilnosti COI genske regije mtDNK, utvrđena je genetska homogenost populacije sive pčele uz vrlo male utjecaje introgresije drugih europskih podvrsta. Munoz i sur. (2009.) su na osnovu mitohondrijskog markera utvrdili evolucijsku pripadnost sive pčele C-liniji te dva odvojena ekotipa sive pčele u Dalmaciji. Pored ovih metoda u analizama genetske varijabilnosti sive pčele, moguće je koristiti i SNP markere (polimorfizme jednog nukleotida). Analiza SNP-ova korištena je u tek nekoliko studija na pčelama, te se pokazala kao vrlo prikladna metoda u identifikaciji podvrsta i ekotipova pčela (Munoz i sur., 2015.; Munoz i sur., 2016.). SNP-ovi se pojavljuju uzduž cijelog genoma i kao takvi omogućavaju upotrebu snažnijih i sveobuhvatnijih pristupa istraživanja. Također, ovi markeri omogućuju utvrđivanje većeg broja genotipova u odnosu na mikrosatelite ili mitohondrijsku DNK stoga nude višu rezoluciju i pouzdanije te točnije procjene genetskih i populacijskih parametara. U projektu BioBeeCro, detaljno će se analizirati genetska varijabilnost sive pčele koristeći SNP markere, što će uvelike pomoći u očuvanju genetske varijabilnosti sive pčele kao i u unaprjeđenju uzgojnih postupaka u Republici Hrvatskoj.

### Zaključak

Prema dosadašnjim istraživanjima, koja su se uglavnom temeljila na morfometrijskim mjerenjima, u Hrvatskoj postoji 3 ekotipa sive pčele: gorski, panonski i mediteranski. Analize mitohondrijske DNK, utvrdile su evolucijsku pripadnost sive pčele C-liniji te dvije subpopulacije u Dalmaciji. Međutim, sustavne i detaljne analize genetske raznolikosti sive pčele koristeći genetske markere u Hrvatskoj do danas nisu provedene. Također, fenotipska varijabilnost sive pčele u Hrvatskoj, s obzirom na njenu geografsku rasprostranjenost do danas je slabo istraživana, stoga je cilj ovog preglednog rada ukazati na važnost očuvanja bioraznolikosti sive pčele u Republici Hrvatskoj. Istraživanje u okviru projekta BioBeeCro, s visokom će preciznošću koristeći SNP markere analizirati bioraznolikost populacije i rasprostranjenost ekotipova prema genetskim i morfološkim svojstvima. Ujedno će se preciznim utvrđivanjem ekotipova omogućiti njihovo daljnje testiranje i genetsko vrednovanje s obzirom na pripadnost pojedinoj geografskoj regiji.

*Ovaj rad nastao je kao rezultat projekta „Bioraznolikost populacije medonosne pčele (Apis mellifera carnica) u Republici Hrvatskoj (BioBeeCro)“ financiranog od strane Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju.*

### Literatura

1. Coelho, J.R., Mitton, J.B. (1988.) Oxygen consumption during hovering is associated with genetic variation of enzymes in honey bees. *Funct Ecol*, 2, 141–146.
2. Cornuet, J.M., Daoudi, A., Chevalet, C. (1986.): Genetic pollution and number of matings in a black honey bee (*Apis mellifera mellifera*) population, *Theor Appl Genet*, 73, 223–227.
3. Dražić, M. M., Bubalo, D., Kezić, D., Odak, M., Grbić, D., Kezić, N. (1998.): Morfometrijska prepoznatljivost mediteranskog ekotipa sive pčele (*Apis mellifera carnica*). Zbornik sažetaka : XXXIV Znanstveni skup hrvatskih agronoma, 338-338. Zagreb, 1998.
4. Dražić, M. M., Bubalo, D., Kezić, N. (1999.): Diversity of Carnolian bee (*A.m. carnica*) in Croatia. Proceedings Apimondia 99, Congress XXXVI, Vancouver.
5. Engel, S.M. (1999.): The Taxonomy of Recent and Fossil Honey Bees (Hymenoptera: Apidae: Apis). *Hym. Res Vol. 8*(2), 165-196.

6. Franck, P., Garnery, L., Loiseau, A., Oldroyd, B.P., Hepburn, H.R., Solignac, M., Cornuet, J.M. (2001.): Genetic diversity of the honeybee in Africa: microsatellite and mitochondrial data, *Heredity*, 86 (4), 420–430.
7. Gajić, S. B. (2016.): Ispitivanje genetičke varijabilnosti i korelacije haplotipova medonosne pčele *Apis mellifera* i pčelinjeg krpelja *Varroa destructor*. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine. Beograd, 2016.
8. Ivanova, E.N., Staykova, T.A., Bouga, M. (2007.): Allozyme variability in honey bee populations from some mountainous regions in the southwest of Bulgaria. *J. Apic. Res.*, 46, 3–7.
9. Meixner, M.D., Pinto, M.A., Bouga, M., Kryger, P., Ivanova, E., Fuchs, S. (2013.): Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera*. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) *The COLOSS BEEBOOK, Volume I: standard methods for Apis mellifera research*. *Journal of Apicultural Research*, 52(4): 2013.
10. Mestriner, M.A. (1969.): Biochemical polymorphism in bees (*Apis m. ligustica*), *Nature*, 223, 188–189.
11. Muñoz, I., Dall'Olio, R., Lodesani, M., De la Rúa, P. (2009.): Population genetic structure of coastal Croatian honeybees (*Apis mellifera carnica*), *Apidologie*, 40 (6), 617–626.
12. Munoz, I., Henriques, D., Jara, L., Spencer, J.J., Chavez-Galarza, J., De La Rúa, P., Pinto, A.M. (2016.): SNPs selected by information content outperform randomly selected microsatellite loci for delineating genetic identification and introgression in the endangered dark European honeybee (*Apis mellifera mellifera*). *Molecular Ecology Resources*, 17(4): 783-795.
13. Munoz, I., Henriques, D., Spencer, J.J., Chavez-Galarza, J., Kryger, P., Pinto, A.M. (2015.): Reduced SNP Panels for Genetic Identification and Introgression Analysis in the Dark Honey Bee (*Apis mellifera mellifera*). *PLoS ONE* 10(4): e0124365.
14. Pentek-Zakar, E., Oleksa, A., Borowik, T., Kusza, S. (2015.): Population structure of honey bees in the Carpathian Basin (Hungary) confirms introgression from surrounding subspecies. *Ecology and Evolution* 2015 5(23). 5456–5467.
15. Ruttner, F. (1988.): *Biogeography and Taxonomy of Honeybees*, Springer Verlag, Berlin, 1–284.
16. Sheppard, W.S., Berlocher, S.H. (1989.): Allozyme variation and differentiation among four *Apis* species, *Apidologie*, 20 (5), 419–431.
17. Sheppard, W.S., Meixner, M.D. (2003.): *Apis mellifera pomonella*, a new honey bee sub-species from Central Asia. *Apidologie*, 34: 367-375.
18. Sušnik, S., Kozmus, P., Poklukar, J., Meglič, V. (2004.): Molecular characterisation of indigenous *Apis mellifera carnica* in Slovenia, *Apidologie*, 35, 623–636.
19. Uzgojni program sive pčele (2005.): Udruga uzgajivača selekcioniranih matice pčela Hrvatske, Zagreb.

### **Genetic diversity of Carniolan honey bee (*Apis mellifera carnica*) in Croatia**

Carniolan bee (*Apis mellifera carnica*) is a native subspecies of honey bee in Croatia. There are three different ecotypes of Carniolan bee in Croatia: Pannonian, Sub-alpine and Mediterranean. Sub-alpine ecotype is located in the area of Lika and Gorski Kotar, Pannonian ecotype in the continental area and Mediterranean ecotype on the coastal area and islands. Analyses based on mitochondrial DNA showed that Carniolan honey bee belongs to evolutionary C-lineage and that two separate subpopulations exist in Dalmatia. However, in Croatia, systematic and detailed analyses of genetic diversity of Carniolan honey bee using genetic markers have not been carried out. The aim of this review is to present the state of genetic diversity of the Carniolan bee population in Croatia and to point out the importance of its conservation.

**Key words:** Carniolan honey bee, ecotypes, biodiversity, genetic variability, Croatia

## Ekološka proizvodnja mesa peradi

Danijela Samac<sup>1</sup>, Matej Bolčić<sup>2</sup>, Đuro Senčić<sup>1</sup>,  
Zvonko Antunović<sup>1</sup>, Josip Novoselec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1,  
Osijek, Hrvatska, e-mail: dsamac@pfos.hr

<sup>2</sup>Hrvatska poljoprivredna agencija, Poljana Križevačka 185, Križevci, Hrvatska

### Sažetak

Ekološka proizvodnja mesa peradi predstavlja uzgoj peradi na etološki prikladan i prihvatljiv način, uz očuvanje bioraznolikosti, te proizvodnju visokovrijednih proizvoda koji pozitivno utječu na zdravlje potrošača i na kvalitetu njihova života. Ekološki proizvedeno meso peradi bolje je kvalitete, ukusnije je, sadrži manje štetnih tvari i ima bolja fizikalno-kemijska svojstva naspram mesa peradi uzgojeno u uvjetima konvencionalne proizvodnje. U odnosu na meso peradi proizvedeno u konvencionalnim uvjetima intenzivne proizvodnje ne sadrži rezidue pesticida, antibiotika, kokcidiostatika i ostalih terapeutika, te nema pojave BMV sindroma. Još jedna od značajnijih prednosti ovakve proizvodnje je, i u tome, što ne traži velika ulaganja, veliki utrošak radne snage, te omogućava zadovoljavajuću zaradu i brz obrt uloženi sredstava, a uz to sve prisutan je i visok interes tržišta koji potražuje ovakve proizvode visoke kakvoće.

**Ključne riječi:** ekološka proizvodnja, meso, perad

### Uvod

U posljednje vrijeme svjedočimo sve većem broju oboljelih od različitih alergija i tumorskih bolesti. Jedan od značajnijih razloga je loša kvaliteta prehrambenih proizvoda. Kao reakcija na to posljednjih desetljeća se sve više razvija ekološka (organska) poljoprivreda, koja se temelji na sustavu održivog razvoja. Mnogobrojne su prednosti ekološke proizvodnje, a kao najbitnije se ističu: povećanje kvalitete prehrambenih proizvoda, zaštita zdravlja ljudi, očuvanje bioraznolikosti, razvitak ruralnih područja. Ekološka proizvodnja kao zaseban sustav održivog gospodarenja obuhvaća uzgoj biljaka, životinja, sirovina te preradu primarnih proizvoda. Jedna od proizvodnji ovoga biosustava je i ekološka proizvodnja peradi. Meso peradi poznato je po svojim nutritivnim vrijednostima: visok udio bjelanjčevina, nizak udio masti, relativno nizak sadržaj zasićenih masnih kiselina i dr. Komparirajući meso peradi sa drugim vrstama mesa, u prilog mu ide i kratak proizvodni ciklus (5 mjeseci), u odnosu na neka druga mesa, primjerice, goveđe meso (24 mjeseca) i svinjsko meso (12 mjeseci), pristupačnost (cijena kg mesa peradi je jeftinija u odnosu na govedinu, svinjetinu, janjetinu), nema vjerskih ograničenja kod upotrebe ovih vrsta mesa, kao kod nekih dr. (svinjetina, govedina), manja su investicijska ulaganja u ovu vrstu proizvodnje, te je samim time i brži povrat ulaganja (obrt kapitala).

### Ekološka proizvodnja mesa peradi

Ekološka poljoprivreda definira se kao sustav poljoprivrednog gospodarstva koji teži etički prihvatljivoj, ekološki čistoj, socijalno pravednoj i gospodarski isplativoj poljoprivrednoj proizvodnji. Dio ekološke poljoprivrede čini ekološko stočarstvo, koje teži uzgoju životinja na etološki prihvatljiv način uz očuvanje okoliša i proizvodnju visokovrijednih namirnica u prehrani ljudi. Temelji se na zakonskoj regulativi, koja je u zemljama EU donesena 1999. godine, a u Hrvatskoj 2002. (Gudelj – Velaga, 2004.). Kroz zakonsku regulativu Pravilnikom o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja (NN 1/13), propisani su minimalni zahtjevi za ekološki uzgoj životinja, uvjete prijelaznog razdoblja, način držanja životinja, hranidbu životinja, njegu i zdravstvenu zaštitu životinja. Kod odabira pasmina ili sojeva za ekološku proizvodnju potrebno je dati prednost izvornim pasminama i sojevima (Senčić i sur., 2003.). Poznato je da sve pasmine nisu pogodne za ekološku proizvodnju, te da su najbolji genotipovi životinja oni koji su prilagođeni lokalnim uvjetima držanja, koji su prirodno otporni, koji su se sposobni hraniti s većim količinama voluminozne krme, jer takve životinje zahtijevaju manje komforne uvjete držanja i manji su izdaci za zdravstvenu zaštitu i lijekove (Senčić i sur., 2011.). Od izvornih pasmina peradi u Republici Hrvatskoj poznate su: kokoš hrvatica, zagorski puran, dravska guska. Osim autohtonih pasmina koje se preporučuju za ekološku proizvodnju, mogu se koristiti i drugi genotipovi koji podnose slobodni način držanja, koji su otporni na stres i bolesti te podnose slabiju hranidbu (Senčić i sur., 2011.). Smještaj, hranidba i zdravstvena zaštita peradi u ekološkoj proizvodnji treba biti sukladna Pravilniku o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja (NN 1/13). Jedan od glavnih ciljeva ekološke poljoprivrede je dobivanje kvalitetnih visokovrijednih proizvoda za prehranu ljudi, te dobrobit životinja. No ovim vidom proizvodnje ne bavi se velik broj ljudi u svijetu, ali se njihov broj s godinama povećava (Senčić i sur. 2011.). U Republici Hrvatskoj situacija je značajno lošija u odnosu na druge visokorazvijene zemlje, kod nas cjelokupna ekološka proizvodnja ne prelazi 2%. Iako je ekološka proizvodnja značajno skromnija u odnosu na neke druge zemlje, ipak se lagano razvija. Pavičić i sur. (2005.) navode kako hrvatski proizvođači pokazuju interes upravo za ekološki uzgoj peradi, jer ne traži velika ulaganja, veliki utrošak radne snage, te im omogućava zadovoljavajuću zaradu i brz obrt sredstava, a prisutan je visok interes tržišta koji potražuje proizvod visoke kakvoće. U prilog tome, Senčić i sur. (2009.) navode, da je u svijetu prisutna sve veća potražnja za pilećim mesom upravo iz ekološkog uzgoja. U zemljama Europske Unije i u svijetu sve više opada interes za mesom proizvedenim u uvjetima intenzivne proizvodnje, a sve više raste interes za mesom proizvedenim u uvjetima ekološke poljoprivrede. Uzevši to u obzir, naše hrvatsko peradarstvo ima dobre izgleda za rast i razvoj. Osobito, jer se može temeljiti na našim autohtonim vrstama i pasminama (Raguž-Đurić i sur., 2006.). Sukladno tome, u Republici Hrvatskoj uzgaja se njena autohtona pasmina, kokoš hrvatica, nad kojom su provedena znanstvena istraživanja utvrđivanja kvalitete trupova, proizvodnosti, te kvalitete jaja u odnosu na sustav držanja. Senčić i sur. (2009.) u istraživanju kvalitete pilećega mesa iz ekološkoga i konvencionalnoga tova, provedli su istraživanje na prsnom mišiću od 16 pilića hrvatske autohtone pasmine hrvatica, držanih u uvjetima konvencionalne i ekološke proizvodnje. Pilići iz obje skupine tovljeni su do 98 dana, a oni iz ekološke skupine tovljeni su prema Pravilniku o ekološkoj proizvodnji životinjskih proizvoda (NN 13/02). Prosječna završna živa masa pilića iz konvencionalnoga tova bila je  $0,878 \pm 0,153$  kg, a iz ekološkoga tova  $0,759 \pm 0,065$  kg, dok je prosječna klaonička masa bila  $0,593 \pm 0,098$  kg, odnosno  $0,523 \pm 0,050$  kg. Kao što je vidljivo iz Tablice 1. nisu utvrđene statistički značajne razlike ( $p > 0,05$ ) između analiziranih skupina u pogledu pH1 i pH2 vrijednosti mesa. Meso pilića iz

ekološkog uzgoja imalo je značajno ( $p < 0,05$ ) bolju sposobnost vezanja vode i vrlo značajno ( $p < 0,01$ ) bolju konzistenciju te manju  $L^*$  vrijednost i veće  $a^*$  i  $b^*$  vrijednosti za boju, u odnosu na meso pilića iz konvencionalnog tova. S obzirom na kvalitetu mesa, obje analizirane skupine imale su vrijednosti u normalnim okvirima. Meso pilića iz ekološkoga tova, u odnosu na ono iz konvencionalnoga tova, imalo je vrlo značajno ( $p < 0,01$ ) veći sadržaj sir. proteina te vrlo značajno ( $p < 0,01$ ) manji sadržaj vode, masti i pepela.

**Tablica 1.** Fizikalno – kemijski pokazatelji kvalitete pilećega mesa iz konvencionalnoga i ekološkoga tova (Senčić i sur., 2009.)

Pokazatelji	Stat. vel.	Konvencionalni tov	Ekološki tov
pH <sub>1</sub>	$\bar{X}$	6,26	6,44
	s	0,25	0,27
pH <sub>2</sub>	$\bar{X}$	5,74	5,75
	s	0,14	0,17
Sposobnost vezanja vode, cm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	5,18*	4,34
	s	1,34	0,67
Konzistencija, cm <sup>2</sup>	$\bar{X}$	2,49**	2,23
	s	0,33	0,24
Boja : - L*	$\bar{X}$	64,09**	62,08
	s	1,78	1,63
- a*	$\bar{X}$	9,18	11,96
	s	1,65	1,30
- b*	$\bar{X}$	16,99	19,71
	s	2,4	2,66
Voda, %	$\bar{X}$	74,06	73,75
	s	0,025	0,69
Sir. protein, %	$\bar{X}$	23,34*	24,31
	s	0,78	0,41
Sir. masti, %	$\bar{X}$	1,41**	0,78
	s	0,45	0,14
Pepeo, %	$\bar{X}$	1,19**	1,16
	s	0,01	0,01

\*\*  $p < 0,01$  \*  $p < 0,05$

Pileće meso iz ekološkoga tova, u odnosu na ono iz konvencionalnoga tova, imalo je značajno ( $p < 0,05$ ) bolju sposobnost vezanja vode (4,34 cm<sup>2</sup> : 5,18 cm<sup>2</sup>) te vrlo značajno ( $p < 0,01$ ) bolju konzistenciju (2,23 cm<sup>2</sup> : 2,49 cm<sup>2</sup>) i manju  $L^*$  vrijednost za boju (62,08 : 64,00), a veće  $a^*$  i  $b^*$  vrijednosti (11,96 : 9,18 i 19,71 : 16,99) za boju. U pogledu pH<sub>1</sub> vrijednosti (6,44 : 6,26) i pH<sub>2</sub> vrijednosti (5,75 : 5,74), nisu utvrđene statistički značajne razlike ( $p > 0,05$ ) između analiziranih skupina. Pileće meso iz ekološkoga tova, u odnosu na ono iz konvencionalnoga tova, imalo je vrlo značajno ( $p < 0,01$ ) veći sadržaj sir. proteina (24,31% : 23,34%) te vrlo značajno ( $p < 0,01$ ) manji sadržaj vode (73,75% : 74,06%), sir. masti (0,78% : 1,41%) i sir. pepela (1,16% : 1,19%). U pogledu kvalitete trupova pilića kokoši pasmine hrvatica iz ekološkoga tova, Senčić i sur. (2013.) proveli su znanstvena istraživanja na 18 pilića (pilećih



trupova) iz ekološke skupine i konvencionalne skupine, autohtone hrvatske pasmine kokoši hrvatica (crveni soj). Pilići iz ekološke skupine tovljeni su prema Pravilniku o ekološkoj proizvodnji životinjskih proizvoda (NN 13/02). Do 28. dana starosti hranjeni su smjesom starter s 21,74% sir. proteina i 11,97 MJ ME/kg, a nakon toga, do 98. dana tova, hranjeni su smjesom finišer s 20,12% sir. proteina i 11,97 MJ ME/kg. Krmne smjese za ekološki tovljene piliće bile su sastavljene od ekološki proizvedenih i dozvoljenih krmiva. Na kraju tova (98. dan) pilići iz ekološke skupine bili su teški  $0,767 \pm 0,06$  kg, a pilići iz konvencionalne skupine  $0,883 \pm 0,14$  kg. Iz Tablice 2. vidljivi su apsolutni i relativni udjeli osnovnih dijelova u trupovima pilića (konformacija), i mase obrađenih pilećih trupova. Trupovi pilića iz ekološkoga tova imali su značajno ( $p < 0,01$ ) manju masu, dok pogledu relativnog udjela osnovnih dijelova u masi pilećih trupova, nisu utvrđene značajne razlike ( $p > 0,05$ ) između ekološke i konvencionalne skupine, osim s obzirom na udjel prsa, koja su značajno ( $p < 0,05$ ) bila više zastupljena u trupovima pilića iz ekološkoga tova.

**Tablica 2.** Konformacija trupova pilića iz ekološkoga (E) i konvencionalnoga (K) tova (Senčić i sur., 2013.)

Dio trupa	Udjeli	Skupine pilića		Značajnost razlika
		E	K	
		$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	
Prsa	g	95,06 ± 15,19	101,89 ± 16,21	NS
	%	17,94 ± 1,50	16,94 ± 1,52	*
Bataci	g	67,00 ± 11,04	78,00 ± 18,16	*
	%	12,63 ± 1,32	12,71 ± 1,21	NS
Nadbatci	g	66,28 ± 10,89	79,06 ± 19,28	*
	%	12,52 ± 1,45	12,96 ± 1,49	NS
Krila	g	62,78 ± 9,10	70,78 ± 14,78	NS
	%	11,86 ± 1,23	11,66 ± 0,83	NS
Leđa i zdjelica	g	154,67 ± 6,36	181,11 ± 35,06	**
	%	29,26 ± 1,49	29,95 ± 3,14	NS
Jetra	g	18,50 ± 4,18	22,33 ± 5,41	*
	%	3,55 ± 0,96	3,70 ± 0,67	NS
Želudac	g	33,00 ± 6,18	38,44 ± 6,63	*
	%	6,26 ± 1,15	6,44 ± 1,21	NS
Noge	g	31,61 ± 5,69	33,67 ± 6,72	NS
	%	5,98 ± 0,97	5,64 ± 1,10	NS
Masa obrađenog trupa	g	528,90 ± 0,05	605,28 ± 0,10	**

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; NS-nije značajno

U Tablici 3. prikazana je kompozicija najvrjednijih dijelova pilećih trupova – prsa, bataka i nadbataka. Prsa i nadbatci pilića iz ekološkoga tova imali su značajno ( $p < 0,05$ ) manji udjel kože u odnosu na iste dijelove trupa pilića iz konvencionalnoga tova. U pogledu relativnoga udjela mišićnog tkiva i kostiju u navedenim dijelovima pilećih trupova, nisu utvrđene značajne razlike između pilića iz ekološkoga i konvencionalnoga tova.

**Tablica 3.** Kompozicija prsa, batkova i nadbatka pilića iz ekološkoga (E) i konvencionalnoga (K) tova (Senčić i sur., 2013.)

Dio trupa	Udjeli	Skupine pilića	Koža		Mišićno tkivo		Koštano tkivo	
			$\bar{X} \pm s$	Značajnost razlika	$\bar{X} \pm s$	Značajnost razlika	$\bar{X} \pm s$	Značajnost razlika
Prsa	g	E	3,33±1,33	**	67,06 ±11,37	NS	24,67±7,06	NS
		K	5,61±2,72		69,50±9,12		26,78±9,00	
	%	E	3,56±1,47	*	70,70 ±6,15	NS	25,74±5,67	NS
		K	5,5±2,69		68,61±5,02		25,89±5,42	
Bataci	g	E	3,56±1,76	NS	42,67 ±10,63	NS	20,78±2,76	**
		K	3,39±1,46		8,89±12,84		25,22±6,25	
	%	E	5,40±2,49	NS	62,97±5,92	NS	31,64±5,61	NS
		K	4,30±1,22		63,00±4,79		32,70±4,55	
Nadbatci	g	E	4,44±1,85	**	43,83±7,87	*	18,00±4,06	NS
		K	7,17±3,47		52,11±12,49		19,78±5,94	
	%	E	6,62±2,53	*	66,07±4,78	NS	27,31±4,99	NS
		K	8,73±2,76		66,26±5,95		25,01±5,45	

\*p&lt;0,05; \*\*p&lt;0,01; NS-nije značajno

Iz ovoga se da zaključiti, da su trupovi pilića iz ekološkoga tova imali su značajno ( $p<0,05$ ) veći udio prsa (17,94%) u odnosu na trupove pilića iz konvencionalnoga tova (16,94%), dok u pogledu udjela drugih dijelova u trupu, nisu utvrđene značajne razlike, između analiziranih skupina pilića ( $p<0,05$ ). Prsa i nadbatci pilića iz ekološkoga tova imali su značajno manji udjel kože, dok u pogledu udjela mišićnog tkiva i kostiju u navedenim dijelovima, nisu utvrđene značajne razlike između pilića iz ekološkoga i konvencionalnoga tova.

Općenito gledajući, meso pilića bez kože, je bogato proteinima kao i meso svinjetine, janjetine i govedine, a u odnosu na piletinu, puretina je još bogatija proteinima (Janječić, 2005.). U Republici Hrvatskoj se prvenstveno uzgaja Zagorski puran i to s tradicijom uzgoja dužom od pet stoljeća (Đikić i sur, 2012). To je naša autohtona pasmina koja najbolje rezultate uzgoja postiže u ekstenzivnim uvjetima, u malim jatima (Ernoić i sur. 2005.). Zagorski puran ima „Oznaku zemljopisnog podrijetla“, u kategoriji svježeg mesa. Proizvodnja purećega mesa kod nas dugo vremena bila je u stagnaciji, ali je posljednjih godina, upravo potražnja za mesom zagorskih purana, nadmašila njegovu ponudu na tržištu. Mužić i sur. (2001.), navode, da u Europi i Hrvatskoj postoji potreba za mesom purana koji su uzgojeni na slobodan način, te da se samo za to trebaju stvoriti određeni ekonomsko tehnološki uvjeti. Koža očišćenog trupa „Zagorskog purana“ je blijedo žute do žute boje, potkožne naslage masti su vidljive i žute su boje. Udio masti na prsnom dijelu mesa iznosi 10,32%, dok je kod komercijalnih hibrida 6,91%. Zbog slobodnog kretanja na otvorenom, i života u skladu s prirodom, ova pasmina je jače tjelesne konstitucije i sadrži veći udio masnoga tkiva koje je žućkaste boje. Zbog te veće količine masnog tkiva ima i veći udio masti u mišićju, pa je i termički obrađeno meso ove pasmine izraženije sočnosti i meke konzistencije, u odnosu na meso hibridnih pura (Izvešće Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 2015.: Preuzeto iz: Zagorski puran, oznaka zemljopisnog podrijetla, Specifikacija.). Usprkos vrhunskim tehnološkim rezultatima te visokoj kvaliteti domaćeg purećega mesa i potražnji koja raste iz dana u dan, kod nas se još uvijek proizvodi u vrlo malim količinama (i u konvencionalnim i u ekološkim

uvjetima), koje ne podmiruju niti potrebe na nacionalnoj razini. Vincek i sur. (2008.) u svom istraživanju „Zagorski puran – hrvatski tradicionalni proizvod za Europsku Uniju“, navode da je posljednjih godina poraslo zanimanje javnosti za ovim mesom, a usporedo s time porasla je i potražnja i cijena ovoga proizvoda. Također navode, da, tržište nije ograničeno za povećanje proizvodnje purećega mesa, jer se radi o vrsti koja se brzo razmnaža, i proizvodnju je moguće višestruko povećati u kratkom periodu. Iako Republika Hrvatska ima visoku kvalitetu proizvodnje mesa peradi, cjelokupni peradarski resor suočen je s nizom ozbiljnim problema, a najčešći je, nelojalna konkurencija kod nekih konzumnih kategorija mesa peradi koje dolaze iz zemalja s velikim proizvodnim viškovima, a koje na svom domaćem tržištu postižu znatno veće neto prodajne cijene, ili iz zemalja gdje je ova proizvodnja potpomognuta raznim modelima državnih subvencija. Vincek (2016.), navodi kako su neki od važnijih problema: visoke maloprodajne cijene, slaba dostupnost ekoloških proizvoda, nedovoljna informiranost potrošača te loše upoznavanje s proizvodima. Zbog nekih od tih razloga, u Republici Hrvatskoj je zanemariva proizvodnja ostalih vrsta peradi i u konvencionalnoj i u ekološkoj proizvodnji. Uz proizvodnju pilećeg i purećeg mesa u Republici Hrvatskoj se proizvodi još samo, oko 1000 tona mesa pataka i gusaka te oko 2000 tona kokošjeg mesa.

### Zaključak

Ekološka proizvodnja mesa peradi kao dio ekološkog stočarstva, teži uzgoju peradi na etološki prikladan i prihvatljiv način, uz očuvanje okoliša i bioraznolikosti, te proizvodnji visokovrijednih proizvoda, koji će poboljšati zdravlje i pridonijeti kvaliteti života potrošača. Ekološki proizvedeno meso peradi općenito je bolje kvalitete, ima bolja senzorna svojstva i ukusnije je, sadrži manje štetnih tvari i ima bolja fizikalno-kemijska svojstva u odnosu na meso peradi uzgojeno u uvjetima konvencionalne proizvodnje. Ne sadrži rezidue pesticida, antibiotika, kokcidiostatika i ostalih terapeutika, te nema pojave BMV sindroma. Velika prednost ovakve proizvodnje je i u tome što ne traži velika ulaganja, veliki utrošak radne snage, te omogućava zadovoljavajuću zaradu i brz obrt sredstava, a uz to sve i prisutan je veliki interes tržišta koji potražuje ovakve proizvode visoke kakvoće. S obzirom na takvu potražnju ekološki proizvedenoga mesa peradi, te dosada iskazan interes naših proizvođača za ekološkom proizvodnjom mesa peradi, možemo se nadati da će se trenutna, proizvodnja u Republici Hrvatskoj, koja je vrlo mala, u budućnosti povećati.

**Napomena:** *Ovaj rad je izvod diplomskog rada pod nazivom „Ekološka proizvodnja mesa peradi“ (studenta Mateja Bolčića), obranjenog na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku.*

### Literatura

1. Đikić, M., Salajpal, K., Janječić, Z., Jukić, M., Mužić, S. (2012): Characteristics of main bone and carcass yield in Zagorje Turkey breed. *Stočarstvo*, 65, (4), 251-260.
2. Ernoić, M., Kovačić, D., Ozimec, R., Vincek, D. (2005): Opravdanost tradicijskog uzgoja zagorskih purana i njihov doprinos gospodarskom razvoju sjeverozapadne Hrvatske, HAZU, Varaždin.
3. Gudelj-Velaga, Ž. (2004): Zakonska regulativa ekološke poljoprivrede. *Gospodarski list*, 60 (4), str. 163.
4. zveščće Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (2015): Preuzeto iz: Zagorski puran, oznaka zemljopisnog podrijetla, Specifikacija.
5. Janječić, Z. (2005): Prehrambena vrijednost i sastav mesa i masti peradi. *Meso*, 7 (3), 11-13.
6. Mužić, S., Janječić, Z., M. Dražić (2001): Stanje i perspektiva uzgoja Zagorskoga purana. *Stočarstvo*, 55 (2), 107-113.
7. Pavičić, Ž., Balenović, T., Hadžiosmanović, M., Miulec, Ž., Tofant, A., Vučemilo, M. (2005): Uzgoj peradi na ekološki prihvatljiv način. *Meso*, 7 (2), 38-41.

8. Raguž-Đurić, R., Žutinić, Đ., Kolega, A., Mužić, S., Savić, V., Prukner-Radovčić, E. (2006): Croatian poultry production in transition. *World's poultry science journal.*, 62 (2), 354-360.
9. Senčić, Đ., Antunović, Z. (2003): Ekološko stočarstvo, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
10. Senčić, Đ., Samac-Butko, D., Antunović, Z., Novoselec, J., Kalić, G. (2009): Kvaliteta pilećeg mesa iz ekološkog i konvencionalnog tova, *Meso*, 11 (2), 110-113.
11. Senčić, Đ., Antunović, Z., Mijić, P., Baban, M., Puškadija, Z. (2011): Ekološka zootehnika. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
12. Senčić, Đ., Samac, D., Kalić, G., Baban, M. (2013): Kvaliteta trupova i mesa pilića kokoši pasmine hrvatica iz ekološkog tova, *Meso*, 15 (3), 372-375.
13. Vincek, D., Ernoić, M. (2008): Zagorski puran – hrvatski tradicionalni proizvod za Europsku Uniju. *Stočarstvo*, 62 (5), 367-372.
14. Vincek, D. (2016) Ekološka poljoprivreda. Dostupno na: <http://www.varazdinska-zupanija.hr/repository/public/upravna-tijela/poljoprivreda/dokumenti/ekoloska-proizvodnja/01-ekoloska-proizvodnja.pdf>
15. Pravilnik o ekološkoj proizvodnji bilja i životinja (NN 1/13)
16. „Zagorski puran“ Oznaka zemljopisnog podrijetla SPECIFIKACIJA (2015)

## Organic production of poultry meat

### Abstract

Organic production of poultry meat presents the breeding of poultry in an ethologically appropriate and acceptable way, with the preservation of biodiversity and the production of high quality products, which have a positive impact on the health of consumers and the quality of their lives. Organic produced poultry meat is better in quality, is more tasty, contains less harmful substances and have better physico-chemical performance compared to meat from poultry which has grown under conventional production. Compared to poultry meat produced under conventional conditions there are no residues of pesticides, antibiotics, coccidiostatics and other pharmacological substances, and there is no PSE syndrome. Another advantage of organic production is low costs of investments and labour cost, and a fact that it ensures a good profit and fast turnover of invested goods. There is also a high market interest in such high quality products.

**Key words:** ecological production, meat, poultry

## Revitalizacija uzgoja konja finalizacijom proizvoda i usluga u istočnoj Hrvatskoj

Maja Gregić<sup>1</sup>, Katarina Janković<sup>1</sup>, Mateja Sekulić<sup>1</sup>, Mirna Gavran<sup>1</sup>,  
Mirjana Baban<sup>1</sup>, Pero Mijić<sup>1</sup>, Tina Bobić<sup>1</sup>,  
Klemen Potočnik<sup>2</sup>, Dragan Dokić<sup>3</sup>, Vesna Gantner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: mgregic@pfos.hr

<sup>2</sup>Biotehnički fakultet Univerziteta u Ljubljani, Groblje 3, Domžale, Slovenija

<sup>3</sup>Općina Erdut, Bana Josipa Jelačića 4, Dalj, Hrvatska

### Sažetak

Cilj rada je prikazati asortiman proizvoda od kobiljeg mlijeka namijenjenih tržištu koji bi imali za cilj revitalizirati uzgoj konja finalizacijom proizvoda i usluga u istočnoj Hrvatskoj. Povijest ruralne Slavonije, Baranje i Srijema duboko je isprepletana konjima koja sve više i više zamire. Razlog ponajviše leži u gubitku primarne uloge konja. Konj prvenstveno hladnokrvne pasmine u 21. stoljeću je izgubio svoju uzgojnu ulogu radnog konja. Zahtjevno Europsko tržište otkrilo je blagodatni kobiljeg mlijeka i čari turizma ruralnih krajeva. Istočna Hrvatska ima neiskorišten potencijal izvornih i zaštićenih pasmina konja koji bi se mogli usmjeriti u tom pravcu. Najveću pažnju treba posvetiti higijeni tehnologije proizvodnje kobiljeg mlijeka, jer se ono ne pasterizira. Kobilje mlijeko se nakon mužnje hladi i obično zamrzne u posude od 250 ml. Smrznuto mlijeko kobile stabilno je šest mjeseci na - 20° C. Neke tvrtke zapadne Europe obrađuju mlijeko kobile ili ga kao takvo plasiraju na tržište. Proizvedeni proizvodi uključuju mlijeko u prahu, emulzije, kobilje mlijeko u prahu u tabletama ili kapsulama, fermentirane proizvode od kobiljeg mlijeka za prehranu i njegu, i dr. Široka je paleta proizvoda od kobiljeg mlijeka. Neupitan je pozitivan učinak konzumacije i uporabe istoga. U Republici Hrvatskoj treba razviti finalni proizvod od kobiljeg mlijeka koji bi bio prepoznatljiv na lokalnom i širem tržištu.

**Ključne riječi:** kobilje mlijeko, proizvod, prerada, turistička usluga

### Uvod

Zamiranje slavonskog konjogojstva ponajviše leži u nefleksibilnosti samog. Tradicija uzgoja konja duboko je isprepletana u povijest sela istočne Hrvatske i otada se nije značajnije mijenjala i stvarala nove dodatne vrijednosti. Konjogojstvo na istoku

Hrvatske stoljećima je bilo na visokim granama, tako je u prošlosti svako domaćinstvo (urbano ili ruralno) imalo nekoliko konja. Obzirom na gubitak primarnog cilja uzgoja i uporabe konja u istočnoj Hrvatskoj smanjuje se i broj gospodarstava koja ih drže. Autohtone pasmine konja u Hrvatskoj brojčano čine danas 54% konja u Središnjem registru kopitara Hrvatske poljoprivredne agencije. Danas je najbrojnija pasmina konja u Osječko-baranjskoj županiji lipicanac (544 grla) koji spada u skupinu izvornih i zaštićenih pasmina konja Hrvatske, potom slijedi autohtona pasmina hrvatski hladnokrvnjak (362 grla). Navedene pasmine konja uzgajaju se kod 249 vlasnika (HPA, 2018.). Današnja svrha uzgoja navedenih pasmina je, prije svega, tradicija i hobi. Mali broj konja lipicanske pasmine koristi se u konjičkom sportu i tradicionalnim kulturnim manifestacijama kao što su Đakovački vezovi, pokladna jahanja i sl. (Gregić i sur., 2018.). Uzgoj lipicanske pasmine konja u Republici Hrvatskoj zaštićen je kao nematerijalna kulturna baština „Tradicije uzgoja lipicanaca u Slavoniji, Baranji i Srijemu“ te je pokrenut postupak za zaštitu prema UNESCO (Lista zaštićenih kulturnih dobara, 2018.). Hrvatski hladnokrvnjak se uzgaja, prije svega, za proizvodnju konjskog mesa ili se prodaje za tu svrhu. Potencijal pasmina za ekonomsku dobit gospodarstva gdje se uzgajaju daleko je veći. Stvaranjem dodatnih vrijednosti od sirovina sa poljoprivrednih gospodarstava ostvaruju se veći ekonomski dobitci te podižu standard života u ruralnim sredinama. Resursi i mogućnosti Hrvatskog ekološkog konjogojstva moraju se razviti u punom potencijalu (Gregić i sur., 2013.). Stoga je cilj ovoga rada prikazati moguće asortimane proizvoda od kobiljeg mlijeka namijenjenih tržištu, koji bi pomogli revitalizaciji uzgoja izvornih i zaštićenih pasmina konja u Hrvatske te na taj način pružiti proizvode i usluge u turizmu.

### **Kobilje mlijeko**

Kobilje mlijeko se tisućama godina upotrebljava profilaktički i terapijski u medicini. Pripisuju mu se mnoga terapijska svojstva na organizam čovjeka, a u potpunosti je zanemaren u njegovoj prehrani. Kobilje mlijeko specifično je među ostalim vrstama mlijeka upravo zbog svog sastava (Schubert, 2014.). Nekorištenje kobiljega mlijeka u ljudskoj prehrani dijelom leži u nepoznavanju same sirovine i zahtjevnoj tehnologiji proizvodnje.

Kroz povijest uzgoja konja niti jedna pasmina konja nije se uzgajala i/ili bila selekcionirana za tu namjenu. Kada danas govorimo o toj proizvodnji, ne možemo se bazirati na nekim pasminama konja. Činjenicu da kobilje mlijeko djeluje pozitivno na organizam čovjeka prepoznalo je zahtjevno tržište Europske unije. U mnogim germanskim zemljama proizvodnja kobiljeg mlijeka počela se razvijati u drugoj polovici prošloga stoljeća. Dr. Rudolf Storch (1923.-2014.) veterinar po struci, nakon Drugog svjetskog rata završio je rad u Rusiji, upoznao se s blagodatni kobiljeg mlijeka, da bi skupljajući znanje osam godina, iskustvo prenio u Njemačku (Kittner, 2013.). Danas je u Njemačkoj registrirano 40 gospodarstava koji se bave proizvodnjom kobiljeg mlijeka (Bundesverband Deutscher Stutenmilcherzeuger, 2018.). Kobilje mlijeko obiluje sa više od ukupno 40 hranjivih i vrijednih tvari koje su u njemu određene (Schubert, 2014.). Kobilje mlijeko karakterizira slatkoća zbog visokog sadržaja mliječnoga šećera (laktoze). Laktoza je lako probavljiva i osobito je važna za crijevne procese. Kobilje mlijeko pomaže crijevu u svom napornom radu jer potiče stvaranje crijevne flore i time apsorpciju kalcija. Sadržaj vitamina D 17

puta je veći nego u kravljem mlijeku. Vitamin D je uglavnom potreban za ugradnju kalcija u kosti. Prije svega, nevjerojatan je visok udio vitamina C, što dovodi do jačanja našega imunološkog sustava i potiče proizvodnju antitijela. Kobilje mlijeko jača srce i potiče cirkulaciju te je izvrsna prirodna medicina (Schubert, 2014.).

### **Proizvodnja kobiljeg mlijeka**

Mala poljoprivredna gospodarstva zapadne Europe početkom ovoga stoljeća usmjeravaju svoja gospodarstva toj vrsti proizvodnje i danas na tržištu nude prehrambene i kozmetičke proizvode te turističke usluge na samim gospodarstvima. Neupitna je rentabilnost poljoprivrednih gospodarstava usmjerenih k proizvodnji kobiljega mlijeka, koja se, isključivo ili djelomično, bave uzgojem hladnokrvnih pasmina konja te onih koje nisu pogodne za konjičke sportove. Konji, osobito kobile sa ždrebadi su zbog izrazite senzibilnosti pogodnije za mala gospodarstva. Mnogim kobilama za vrijeme mužnje potrebna je prisutnost ždrebeta za mužnju (Ivanković i sur. 2016.), razlog leži što su konji izrazito senzibilne životinje (Gregić i sur., 2012.). Volumen mliječne žlijezde kobile maksimalno je 2,5 l, dok je udio alveolarnoga mlijeka do 75%. Kako bi se od kobile dobilo do 15 litara mlijeka, one se moraju musti do 5 puta dnevno, a iznimno se na dobro organiziranim farmama mogu musti do 8 puta dnevno. Proces proizvodnje mlijeka kobile je zahtjevan. Kobile hladnokrvne pasmine u prosjeku može dnevno dati od 15 do 20 litara mlijeka u 358 dana laktacije, a rekorderke do 30 litara. Toplokrvne kobile u laktaciji proizvedu do 2.100 kg mlijeka, hladnokrvne do 2.600 kg te poniji do 1.700 kg (Ivanković i sur., 2016., Alatrović i sur., 2017.). Potencijali za proizvodnju mlijeka kopitara ovise o vrsti (kobilama ili magaricama), a potom o genetskom potencijalu pasmine konja (toplokrvnjaci ili hladnokrvnjaci) (Gregić i sur., 2018.). U Njemačkoj se za ovu proizvodnju najčešće koriste haflingeri, ali i ostale toplokrvne i hladnokrvne pasmine konja.

U Hrvatskoj ne postoje propisani standardi kvalitete. Zemlje članice Europske unije moraju se pridržavati propisa o sigurnosti sirovoga mlijeka u prometu (EC 852 i 853/04). Ne postoji određen standard o higijenskoj kvaliteti mlijeka kopitara. Ono se smatra higijenski ispravnim ako sadrži ukupan broj bakterija između 25 000 do najviše 500 000 cfu mL-1. Broj somatskih stanica u mlijeku kopitara nije poznat. Mlijeko kopitara tretira se kao i ostale vrste mlijeka namijenjenih potrošnji ljudi prema Uredbi (EC) 1441/07. U Njemačkoj je sirovo mlijeko kobile propisano zakonom (Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil I Nr. 39, Verordnung zur Durchführung von Vorschriften des gemeinschaftlichen Lebensmittelhygienerechts vom 8. August 2007, § 17). Najveću pažnju treba posvetiti higijeni tehnologije proizvodnje kobiljeg mlijeka, jer se ono ne pasterizira. Razlog leži u termolabilnim imunoglobulinima.

### **Proizvodi i usluge od kobiljeg mlijeka**

Kobilje mlijeko, koje mala poljoprivredna gospodarstva mogu proizvesti, predstavlja kvalitetan proizvod tražen na tržištu Europske unije. Kobilje mlijeko se nakon mužnje hladi i obično zamrznuto stavlja u posude od 250 ml. Smrznuto mlijeko kobile stabilno je šest mjeseci na - 20° C (Bundesverband Deutscher Stutenmilcherzeuger, 2018.). Nekatke zapadne Europe obrađuju mlijeko kobile ili ga kao takvo plasiraju na tržište. Proizvedeni proizvodi uključuju mlijeko u prahu, emulzije, kobilje mlijeko u prahu u tabletama ili kapsulama, fermentirane proizvode od kobiljeg mlijeka za prehranu i njegu i dr. (Tablica 1.).

**Tablica 1.** Asortiman proizvoda od kobiljeg mlijeka za tržište  
(Bundesverband Deutscher Stutenmilcherzeuger (2018.) i Deutscher Fachverband für Stutenmilch (2018.))

Proizvod	Proizvodnja	Napomena	Uporaba	Cijena
Kobilje mlijeko	Smrznuto		Prehrani	4,50 € za 250 ml
Kobilje mlijeko u prahu	Liofilizirano		Prehrani	25,90 € za 100 g
Kobilje mlijeko u prahu s rižinim pahuljicama	Liofilizirano		Prehrani	33 € za 125 g
Kobilje mlijeko u prahu s pirom	Liofilizirano		Prehrani	33 € za 125 g
Tjestenina od pira i kobiljeg mlijeka			Prehrani	3,90 € za 250 g
Kumys	Fermentirano kobilje mlijeko		Prehrani	4,90 € za 200 ml
Čokoladni proizvod	Liofilizirano i fermentirano		Prehrani	4,20 € za 65 g
Kapsule i kapi	Fermentacija	Za snagu, energiju i vitalnost	Dodatak prehrani	29,60 € za 60 kapsula (1 kapsula 390 mg)
Sir camembert	Fermentacija	60% kozjeg : 40% kobiljeg mlijeka	Prehrani	5 € za 130 g
Sirutka	Fermentacija	60% kozjeg : 40% kobiljeg mlijeka	Prehrani	2,20 € za 220 ml
Svježi sir sa ili bez začina	Fermentacija	60% kozjeg : 40% kobiljeg mlijeka	Prehrani	3,80 € za 90 g
Bijeli sir u ulju sa ili bez začina	Fermentacija	60% kozjeg : 40% kobiljeg mlijeka	Prehrani	5 € za 110 g
Fermentirani napitak od kobiljeg mlijeka s zobi	Fermentacija		Prehrani	25,90 € za 100 ml
Fermentirani napitak od kobiljeg mlijeka s pirom	Fermentacija		Prehrani	25,90 € za 100 ml
Tvrđi sapun	Hladni ili topli postupak proizvodnje		Kozmetika	3,30-4,50 € za 100 g
Krema	Fermentacija		Kozmetika	15,80-24,50€ za 50 ml
Losion	Fermentacija	S dodacima vit. E i ulje jojobe	Kozmetika	14,80-24,50€ za 150 ml
Gel za tuširanje	Fermentacija		Kozmetika	15,50-24,50€ za 200 ml
Kupka	Fermentacija		Kozmetika	15,50-27,50€ za 50 ml

Razvojem turizma u istočnoj Hrvatskoj raste potreba za kvalitetnim, inovativnim, a u isto vrijeme i prepoznatljivim proizvodom i uslugom tog kraja. Kobilje mlijeko kvalitetan je proizvod koje samo po sebi dostiže veliku tržišnu cijenu, koja pokriva zahtjevu tehnologiju uzgoja konja u tu svrhu. Kobilje mlijeko, osim što je nutritivno visoko vrijedan proizvod, ima i nadaleko poznatu terapijsku primjenu. U Republici Hrvatskoj treba razviti finalni proizvod od kobiljeg mlijeka koji bi bio prepoznatljiv na lokalnom i širem tržištu. Potrebna je informacija i edukacija uzgajivača konja o tehnologiji mužnje kobile, adekvatnom skladištenju mlijeka te stvaranju finalnog proizvoda i razvoja usluge za tržište. Povezivanjem uzgajivača razvijali bi se proizvodi od kobiljeg mlijeka, uz prepoznatljive mirise i okuse tog kraja. Prehrambeni ili kozmetički proizvodi od kobiljeg mlijeka bi se trebali proizvoditi prema specifičnoj tehnologiji proizvodnje. Uz finalni proizvod na tržištu, gospodarstvo nudi i



uslugu na gospodarstvu za proizvodnju kobiljeg mlijeka. Turist upoznaje izvorni život ruralne sredine u modernom ruhu 21. stoljeća. Pronalazak gospodarstava sa zajedničkim ciljem u budućnosti mogao bi formirati konjičku stazu kobiljeg mlijeka, prema uzoru na Bjelovarsko-bilogorski konjički turizam (Veničak, 2017.).

### Zaključak

Finalni proizvodi i usluge na bazi kobiljeg mlijeka mogli bi, uz mala ulaganja, revitalizirati uzgoj konja. Široka je paleta proizvoda od kobiljeg mlijeka koja se danas nudi na tržištu Europske unije. Neupitan je pozitivan učinak konzumacije mlijeka i proizvoda od istog. U Republici Hrvatskoj treba razviti finalni proizvod od kobiljeg mlijeka koji bi bio prepoznatljiv na lokalnom i širem tržištu. Uz finalni proizvod na tržištu, gospodarstvo nudi i uslugu na istom, što je važno i za razvitak konjičkog turizma u Hrvatskoj.

### Literatura

1. Alatrović, I., Gregić, M., Baban, M., Bobić, T., Ramljak, J., Gantner, V. (2017): Tehnologija proizvodnje kobiljeg mlijeka. 10th International Scientific/Professional Conference, Agriculture in Nature and Environment Protection, 5-7 June 2017, Vukovar, Croatia, 45-49.
2. Bundesverband Deutscher Stutenmilcherzeuger (2018): <http://www.bvds.info>
3. Deutscher Fachverband für Stutenmilch (2018): <http://www.stutenmilchfachverband.de>
4. Gregić, M., Baban, M., Mijić, P., Bobić, T., Šperanda, M., Babić, N. P. (2012): Mogućnosti procjene stresa kod konja. 5th International Scientific/Professional Conference, Agriculture in Nature and Environment Protection, Vukovar, Croatia, 4-6 June 2012, 89-94.
5. Gregić, M., Baban, M., Đuro, S., Pero, M., Tina, B. (2013): Resursi i mogućnosti Hrvatskog ekološkog konjogojstva pod okriljem Europske unije. 6th International Scientific/Professional Conference, Agriculture in Nature and Environment Protection, Vukovar, Croatia, 27th-29th May 2013, 222-226.
6. Gregić M., Baban M., Mijić, P., Bobić, T., Šperanda M., Gantner V. (2018): Potential of domestic equine for milk production in Croatia. The Fifth and Final Dairycare Conference, Thessaloniki, 19th and 20th March 2018. 52.
7. Gregić M., Baban M., Bobić T., Štrbac Lj., Janković K., Gantner V. (2018): Sportski potencijal hrvatskih uzgojnih tipova konja. 53. hrvatski i 13. međunarodni simpozij agronoma. Zbornik radova, Vodice, Hrvatska, 440-444.
8. Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA) (2018): Konjogojstvo - godišnje izvješće 2017.
9. Ivanković, A., Potočnik, K., Ramljak, J., Baban, M., Antunac, N. (2016): Mlijeko kobila i magarica, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
10. Kittner P. (2013): Stutenmilch und Kumys – Einsatzgebiete und Wirksamkeit in der ganzheitlichen Ernährungstherapie. <http://www.stutenmilch.de>
11. Lista zaštićenih kulturnih dobara (2018): <http://www.min-kulture.hr/default.aspx?id=3650>
12. Schubert, R. (2014): Der Einsatz von Stutenmilch zur Therapieunterstützung – Ein Studienüberblick. Die Naturheilkunde. <http://www.stutenmilch.de>
13. Veničak, J.F. (2017): Konjički turizam kao prilika za razvoj ruralnog prostora. Zbornik radova 4. savjetovanja uzgajivača konja Republike Hrvatske. Bjelovar, 37-45.

## Revitalization of horse breeding by finalizing products and services in Eastern Croatia

### Abstract

The aim of this paper was to show the assortment of products from mare's milk intended for the market. These products supposed to revitalize horse breeding through finalization of products and tourist services in eastern Croatia. The history of rural Slavonia, Baranja and Srijem is deeply intertwined with horses that are more and more in the disappearance. The reason mainly lies in the loss of the primary role of the horse. The horses, primarily the cold-blooded breeds during the 21st century lost its breeding role as working animals. The demanded European market has revealed the benefits of mare's milk as well as the charm of tourism in rural areas. East Croatia has unused potential of autochthonous and originally protected horses breeds that could be selected for that purpose. In production, the greatest attention should be given to the hygiene of milk production technology, since it is not pasteurised. Usually, mare's milk after milking is cooled and frozen in 250 ml portions. Frozen mare's milk is stable during the period of six months at -20 °C. Some companies in Western Europe processed milk mares or placed frozen one on the market. Manufactured products include milk powder, emulsion, mare's milk powder in tablets or capsules, fermented products from mare's milk for nutrition and care, and some others. There is a wide range of products from mare's milk. The positive effects of consumption and use of the mare's milk and products are unquestionable. Respecting stated and unused resources in Croatia it is necessary to develop variety of final products from mare's milk that would be recognized at the local and wider markets.

**Key words:** mare's milk, product, processing, tourist service

## Estimation of cow's daily dry matter intake (DMI) using two different equations based on animal recording data

Goran Vučković<sup>1</sup>, Maja Gregić<sup>2</sup>, Ivana Jožef<sup>3</sup>,  
Tina Bobić<sup>2</sup>, Dragan Dokić<sup>4</sup>, Vesna Gantner<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Rinderunion Baden-Württemberg, Herbertingen, Germany

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture in Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Osijek, Croatia email: mgregic@pfos.hr

<sup>3</sup>Faculty of Technology, University in Tuzla, Tuzla, Bosnia and Hercegovina

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

### Abstract

Climate change characterise the current time, the fact is that we need to minimize further amplification of the same. Therefore, reduction of greenhouse gasses need to be treated as common good and imperative of every production. Short-term methods imply increase of production per animal and feeding optimisation, while long-term method imply genetic evaluation and selection based on methane emission variation. Precondition for genetic evaluation for methane emission is selection of optimal indicators and models for methane emission estimation that are highly accurate and easy applicable in routine animal recording. The objective of this research was to estimate cow's daily dry matter intake, as necessary indicator for daily methane emission estimation, using two different equations based on animal recording data. The research results indicate that data from regular animal recording of dairy cattle that is data from milk recording and data from linear scoring could be used as indicators for estimation of body weight, based on which follows estimation of dry matter intake, which is finally basis form estimation of methane emission of dairy cows. Since body measures are characteristics of each population, aiming more accurate estimation of necessary indicators for methane emission estimation, setting the equations in our population, especially for the Holstein and for Simmental breed will be goal of our further research.

**Key words:** dry matter intake, dairy Simmentals, animal recording data, estimation, methane emission

### Introduction

In the last decades we have witnessed increasingly pronounced climate change worldwide. Climate change is transforming the environmental conditions in various regions by making them not convenient for living and agricultural and livestock production in particular. FAO experts (FAO, 2013) stated that with purpose to hold the increase in global temperature below 2 oC and to avoid dangerous climate change, global GHG emissions need to be significantly decreased worldwide.

The livestock sector, within the agriculture, has come into focus because of its significant impact on the environment. The global livestock sector significantly contributes to an anthropogenic GHG emissions, but at the other hand, it can also deliver a significant share of the necessary mitigation effort. Total GHG emissions from livestock supply chains are estimated at 7.1 gigatonnes of CO<sub>2</sub>-eq/year (year 2005) which represent 14.5% of all anthropogenic emissions from which 44% is methane (IPCC, 2007). Regarding the species, cattle are the main contributor to the sector's emissions with about 4.6 gigatonnes CO<sub>2</sub>-eq, representing 65% of sector emissions. Methane represents one of the most important greenhouse gasses. Also, it is highly correlated with global warming. Ruminants, with daily methane production in amount of 250 – 500 l, in the next 50 – 100 years will contribute to the global warming for 8-10%.

On the other hand, livestock sector is a 'victim' of climate change, due to heat stress condition caused by changes in climate. Heat stress effect dairy cattle breeding by decreasing the milk production, feed efficiency, and also by inducing various reproductive and health disorders. In the end this results in decrease of farms profitability and significant increase of greenhouse gasses emission by kg of milk produced. FAO (2011) forecasts significant increase of human population till year 2050 (7.2 to 9.6 billion) meaning necessity of significant increase of livestock production with especial emphasis on sustainable production systems. Therefore, reduction of greenhouse gasses need to be treated as common good and imperative of every production.

Methane reduction methods could be classified as short-term and long-term. Short-term methods imply increase of production per animal and feeding optimisation. Long-term method imply genetic evaluation and selection based on methane emission variation. Precondition for genetic evaluation for methane emission is selection of optimal indicators and models for methane emission estimation that are highly accurate and easy applicable in routine animal recording. The estimation of CH<sub>4</sub> emission can be obtained with several systems, that are based on feed intake records, breath analysis and cow characteristics and milk composition records (Cassandro et al., 2013). The objective of this research was to estimate cow's daily dry matter intake (DMI) using two different equations based on animal recording data since this is necessary variable for daily methane emission estimation.

## Materials and methods

For statistical analysis two different datasets were used. First dataset contained individual Test-day records of dairy Simmental cows collected in regular milk recording performed by alternative milk recording method (AT4/BT4) from January 2007 to December 2017. Second dataset contained Linear scoring records of first parity dairy Simmentals. Both datasets were provided by the Croatian Agricultural Agency (CAA). Logical control of test-day and linear scoring records of dairy Simmental cows in both datasets was performed in accordance to the ICAR standards (2003). Records with missing or nonsense region, calving, control and scoring date, age at calving, with lactation stage in (> 5 days and < 305 days) were deleted from datasets.

As indicator for dry matter intake (DMI) estimation following variable was used:

*Body weight (BW)*

Body weight (BW) was derived from linear scoring records using:

$$\begin{aligned} \text{Body weight (kg)} &= \text{heart girth (cm)} \times \text{body length (cm)} / 50 \\ \text{Body length (cm)} &= \text{rump length (cm)} + \text{back length (cm)} \end{aligned}$$

Dry matter intake (DMI) was estimated using:

1.  $DMI \text{ (kg/d)} = 15.36 \times [1 - e^{(-0.00220 \times BW)}]$ ,
2.  $DMI \text{ (kg/d)} = 12.91 \times [1 - e^{(-0.00295 \times BW)}]$ .

## Results

The variability of indicators for dry matter intake (DMI) estimation is presented in Table 1. Heart girth of first parity Simmentals varies in interval from 159 – 225 cm with average value of 193.55 cm. Average value of Rump length was 51.82 cm, while average length of back was 87.92 cm. Estimated body weight varied from 384.00 to 724.88 kg with average value in 543.85 kg. Respecting the breeding goals for Simmental breed in Croatian population (HPA, 2018) that are, for body weight (BW) set on 650 – 750 kg for adult cows, estimated average value is notably lower.

**Table 1:** Variability of indicators for dry matter intake (DMI) estimation (n = 15,143)

Trait	Mean	SD	CV	Minimum	Maximum
Hearth girth (cm)	193.55	9.39	4.85	159.00	225.00
Rump length (cm)	51.82	2.69	5.18	39.00	65.00
Back length (cm)	87.92	5.09	5.79	70.00	110.00
Body weight (kg)	543.85	44.15	8.12	384.00	724.88

Variability of estimated dry matter intake (DMI) using two different equations is presented in Table 2. Minimum estimated values are similar (8.76 vs 8.75 kg/day), while the differences in maximum estimated values amounted 0.85 kg/day. The difference in mean estimated values of dry matter intake (DMI) using two different equations was 0.40 kg/day.

**Table 2:** Variability of dry matter intake using two different equations (DMI1; DMI2) (n = 15,143)

Dry matter intake (kg/d)	Mean	SD	CV	Minimum	Maximum
DMI1	10.69	0.45	4.20	8.76	12.24
DMI2	10.29	0.34	3.28	8.75	11.39

## Conclusion

The research results indicate that data from regular animal recording of dairy cattle that is data from milk recording and data from linear scoring could be used as indicators for estimation of body weight (BW), based on which follows estimation of dry matter intake (DMI), which is finally basis form estimation of methane emission of dairy cows. Since body measures are characteristics of each population, aiming more accurate estimation of necessary indicators for methane emission estimation, setting the equations in our population, especially for the Holstein and for Simmental breed will be goal of our further research.

## References

1. Cassandro, M., Mele, M., Stefanon, B. (2013). Genetic aspects of enteric methane emission in livestock ruminants. *Ital J Anim Sci*, 12(73), 450-458.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO (2016). <http://www.fao.org/gleam/results/en/>
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2011). *World Livestock 2011 – Livestock in food security*. Rome.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2013). *Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains – A global life cycle assessment*, by MacLeod, M., Gerber, P., Mottet, A., Tempio, G., Falcucci, A., Opio, C., Vellinga, T., Henderson, B., Steinfeld, H. Rome.
5. Hrvatska poljoprivredna agencija (2018): *Uzgojni programi*. <http://www.hpa.hr/sektori/sektor-za-razvoj-sto-carske-proizvodnje/odjel-za-govedarstvo/uzgojni-programi-govedarstvo/simentalska-pasmina/> (20.03.2018)
6. IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave & L.A. Meyer, eds. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

## Procjena dnevnog unosa suhe tvari krava upotrebom dvije različite jednadžbe temeljem podataka kontrole proizvodnosti

### Sažetak

Klimatske promjene karakteristika su trenutnog vremena, stoga je nužno spriječiti povećanje ekspresije istih. Obzirom na navedeno, redukcija stakleničkih plinova mora se smatrati općim dobrom te imperativom svake proizvodnje. Kratkoročne podrazumijevaju povećanje proizvodnosti po grlu te optimizaciju hranidbe, dok dugoročne metode znače genetsku evaluaciju životinja i selekciju temeljem varijacija emisije metana. Preduvjet genetske evaluacije i selekcije na emisiju metana je odabir optimalnih indikatora i modela procjene visoke točnosti te jednostavne primjene u rutinsku kontrolu proizvodnosti. Stoga je cilj ovog istraživanja bio procijeniti dnevni unos suhe tvari krava (DMI) kao neophodan indikator dnevne procjene emisije metana i to upotrebom dvije različite jednadžbe temeljem podataka kontrole proizvodnosti. Rezultati istraživanja ukazuju da se podaci redovne kontrole proizvodnosti (kontrola mliječnosti te linear scoring) mogu koristiti kao indikatori tjelesne mase, temeljem koje slijedi procjena unosa suhe tvari koji na u konačnici osnova za procjenu emisije metana mliječnih krava. Obzirom da su tjelesne izmjere karakteristika pojedine populacije, a u cilju točnije procjene potrebnih indikatora procjene emisije metana, postavljanje jednadžbi na našoj populaciji, posebno za holstein te simentalSKU pasminu biti će predmet naših sljedećih istraživanja.

**Ključne riječi:** unos suhe tvari, simentalSKU mliječne krave, podaci kontrole proizvodnosti, procjena, emisija metana

## Važnost selena u hranidbi kokoši nesilica

Zlata Kralik<sup>1,2</sup>, Manuela Grčević<sup>1,2</sup>, Gordana Kralik<sup>1,2</sup>, Danica Hanžek<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J.J.Strossmayer u Osijek, Vladimira Preloga, 31000 Osijek, Hrvatska, email: Zlata.Kralik@pfos.hr

<sup>2</sup>Znanstveni centar izvrsnosti za personaliziranu brigu o zdravlju, Sveučilište J.J Strossmayer u Osijeku, Hrvatska

### Sažetak

Iako se suvremena proizvodnja jaja odvija u vrlo dobro opremljenim objektima, životinje su ipak pod stresom. Stoga je nužno u hranu nesilica dodavati neki antioksidans kao što je na primjer selen. U hranidbi peradi selen se dodaje u dva oblika, anorganskom ili organskom. S obzirom da je selen esencijalni mikro element, ljudi i životinje ga moraju u organizam unositi hranom. Znanstveno je potvrđeno da je apsorpcija selena puno učinkovitija ukoliko se selen u hrani nalazi u organskom obliku. U hranidbi peradi stoga je preporuka selen dodavati u obliku sele-niziranog kvasca ili u novije vrijeme korištenjem u hrani žitarica biofortificiranih sa selenom. U različitim istraživanjima dokazano je da meso i jaja s povećanim sadržajem selena predstavljaju novi potencijalni izvor ovog elementa u ljudskoj prehrani, te se mogu ponuditi kao obogaćeni proizvodi. Uloga selena u organizmu je višestruka. On je sastavni dio niza biokemijskih procesa u organizmu. Međutim, vrlo niska razina selena u tlu, a posljedično tome i u krmi, može biti uzrok deficita selena kod životinja. Deficit selena kod životinja može se očitovati kroz mnoge degenerativne promjene, bolest gušterače, slabiju reprodukciju i imunitet te različite mišićne distrofije, a kod ptica uzrokuje pojavu eksudativne dijateze, lošije operjavanje, slabiju proizvodnju, oplođenost i valivost jaja, lošiju kvalitetu konzumnih jaja i slično. Osim deficita koji je učestaliji, kod životinja se može javiti i suficit ovog mikro elementa. Dugoročan unos više razine selena u organizam može uzrokovati trovanje zvano selenoza. Cilj rada je prikazati važnost dodatka selena u hranu kokoši na proizvodnju i kvalitetu jaja, antioksidativnu aktivnost te povećanje sadržaja selena u jajima.

**Ključne riječi:** selen, nesilice, jaja, kvaliteta, funkcionalna hrana

## Importance of selenium in hens feeding

### Abstract

Although modern egg production takes place in very well-equipped facilities, animals are still under stress. Therefore, it is essential to add some antioxidants, such as selenium, in feed. In poultry feeding, selenium is added in two forms, inorganic or organic. Since selenium is an essential microelement, humans and animals must take it into the body through food. It has been scientifically confirmed that selenium absorption is much more effective if selenium in food is found in organic form. In poultry production is recommended that selenium should be added in the form of selenium yeast or, more recently, using selenium-biofortified cereals in feed. In various studies, it has been shown that meat and eggs with increased selenium content represent a new potential source of this element in human nutrition and can be offered as enriched products. The role of selenium in the body is multiple. It is an integral part of a series of biochemical processes in the organism. However, a very low level of selenium in the soil, and consequently in feed, may be the cause of selenium deficiency in animals. Selenium deficiency in animals can be manifested through many degenerative changes, pancreatic disease, worse reproductive and immune responses, and various muscular dystrophy, and in birds it causes exudative diathesis, poorer feathering, lower production, fertilization and hatchability of eggs, poorer quality of table eggs and the like. In addition to the deficiency, which is more common in animals, the surplus of this microelement may also occur. Long-term intake of high levels of selenium into body can cause poisoning called selenosis. The aim of this paper is to presents the importance of selenium addition to hen's feed on production and egg quality, antioxidant activity and increase in selenium content in eggs.

**Key words:** selenium, hens, eggs, quality, functional foods



## Uspjeh prezimljavanja različitih genotipova sive pčele (*Apis mellifera carnica*) tijekom dvije zime na području Baranje

Marin Kovačić<sup>1</sup>, Marica Maja Dražić<sup>2</sup>, Ralph Büchler<sup>3</sup>, Zlatko Puškadija<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, e-mail: komarin@pfos.hr

<sup>2</sup>Hrvatska poljoprivredna agencija, Zagreb, Croatia

<sup>3</sup>LLH, Bee Institute, Kirchhain, Germany

### Sažetak

Zajednice sive pčele (*Apis mellifera carnica* Pollmann, 1879.) karakterizira dobro prezimljavanje s malim brojem pčela. Tijekom dvije uzastopne zime (2015.-2017.) pratili smo uspjeh prezimljavanja 60 pčelinjih zajednica 3 različita genotipa sive pčele na području Baranje. Genotip 1 (G1, N=36 zajednica) je iz hrvatskog uzgojnog programa i lokalnog porijekla. Genotip 2 (G2, N=12 zajednica) nije nikada bio pod utjecajem selekcije i porijeklom je iz Koprivničko-križevačke županije. Genotip 3 (G3, N=12 zajednica) je iz njemačkog uzgojnog programa i porijeklom je s pčelarskog instituta u Kirchhainu. Uspjeh prezimljavanja utvrđen je izračunom indeksa prezimljavanja i potrošnje hrane zimi. Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj okoliša i zaraženost grinjom V. destructor na uspjeh prezimljavanja. U statističkoj analizi indeksa prezimljavanja i potrošnje hrane korištena je GLM analiza s Bonferroni post-hoc testom, gdje su kao fiksni faktori korišteni genotip i godina, dok su kao kovarijance korišteni broj odraslih pčela u studenom, broj vidljivih stanica peludi u studenom i zaraženost odraslih pčela grinjom V. destructor u studenom. Genotip i zaraženost pčela u studenom imali su statistički visoko značajan utjecaj (GLM,  $p < 0,01$ ) na indeks prezimljavanja. Indeks prezimljavanja tijekom prve i druge zime bio je  $75,38 \pm 2,61$  % i  $66,15 \pm 3,82$  %. Zajednice iz skupine G1 i G2 imale su statistički značajno veći indeks prezimljavanja od skupine G3. Godina i broj pčela u studenom imali su statistički visoko značajan utjecaj (GLM,  $p < 0,01$ ) na potrošnju hrane tijekom zime. Potrošnja hrane tijekom prve i druge zime bila je  $3,65 \pm 0,16$  kg i  $5,43 \pm 0,22$  kg meda po pčelinjoj zajednici. Između skupina nisu utvrđene statistički značajne razlike. Istraživanje je pokazalo značajno bolji uspjeh prezimljavanje lokalnih zajednica u odnosu na zajednice koje su porijeklom s okolišno drukčijeg područja.

**Key words:** *Apis mellifera carnica*, indeks prezimljavanja, potrošnja hrane zimi

## Overwintering of different Carniolan bee (*Apis mellifera carnica*) genotypes during two years in Baranja

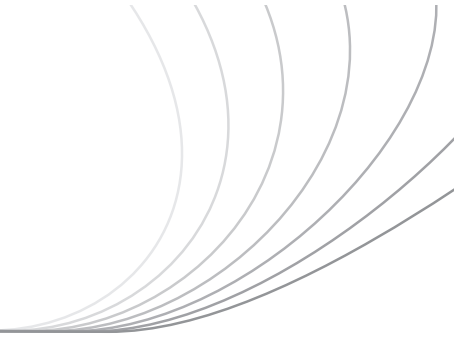
### Abstract

The characteristic of Carniolan bee (*Apis mellifera carnica* Pollmann, 1879) is successful overwintering with a small number of bees. During two consecutive years (2015-2017) we have monitored the overwintering ability on 60 colonies of 3 different Carniolan bee genotypes in Baranja. Genotype 1 (G1, N = 36 colonies) is from Croatian breeding program and local origin. Genotype 2 (G2, N = 12 colonies) has never been influenced by artificial selection and originates from Koprivničko-križevačka County. Genotype 3 (G3, N = 12 colonies) is from a German breeding program and originated from the beekeeping institute in Kirchhain. The overwintering success was measured with calculating the overwintering index and winter food consumption. The aim of this research was to investigate influence of environment and infestation with *V. destructor* mites on overwintering. In statistical analysis, GLM model with Bonferroni post-hoc analysis was used, where genotype, year and its interaction were set as fixed factors, while the number of adult bee in November, number of visible pollen cells in November and adult bee infestation in November were used as covariance. Genotype and adult bee infestation in November had a highly significant effect (GLM,  $p < 0,01$ ) on overwintering index. Overwintering index after first and second winter was  $75.38 \pm 2.61$  % and  $66.15 \pm 3.82$  %. Colonies from G1 and G2 groups had significantly better overwintering index than colonies from group G3. Year and number of bees in November had a highly significant effect (GLM,  $p < 0,01$ ) on winter food consumption. Food consumption after first and second winter was  $3.65 \pm 0.16$  kg and  $5.43 \pm 0.22$  kg of honey per colony, with no statistical differences between groups. The research has shown a significantly better overwintering of local colonies comparing to non-local colonies.

**Key words:** *Apis mellifera carnica*, overwintering index, winter food consumption



## Section III



**Agroecology**

**Agroekologija**



## Drvenaste invazivne biljne vrste Hrvatske

Sanda Rašić<sup>1</sup>, Edita Štefanić<sup>1</sup>, Ljubica Vuković<sup>2</sup>, Sara Rašić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: srasic@pfos.hr*

<sup>2</sup>*Student, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska*

<sup>3</sup>*Student, Filozofski fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, Lorenza Jägera 9, Osijek, Hrvatska*

### Sažetak

Invazivne biljne vrste predstavljaju ozbiljan problem za okoliš te imaju nepovoljne ekološke i ekonomske utjecaje na ekosustave koje nastanjuju. Ekonomske posljedice često negiraju prednosti dobivene njihovom uporabom. Drvenaste invazivne biljne vrste do sada nisu smatrane kao važne invazivne vrste, iako čine značajan udio među najopasnijim stranim vrstama širom svijeta. Donesene su mnoge internacionalne i nacionalne strategije, akcijski planovi, konvencije i baze podataka (Global Invasive Species Programme (GISP), Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (DAISIE), Ecology and Management of Alien Plant Invasions (EMAPI) i druge) vezane za invazivne vrste. U flori Hrvatske zabilježeno je 70 invazivnih vrsta iz 27 porodica. Invazivne drvenaste vrste u Republici Hrvatskoj su: *Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Amorpha fruticosa* L., *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Her. ex Vent. i *Robinia pseudoacacia* L.

Ključne riječi: invazivne vrste, drvenaste vrste, Hrvatska

### Uvod

Sam naziv „invazivno“ znači da je nešto osvajačkog karaktera i da ima mogućnost brzog širenja. Invazivne biljke imaju sposobnost stvaranja velikog broja potomaka, velik potencijal širenja na nova područja, vegetativno i generativno se razmnožavaju, sjemenke dugo zadržavaju klijavost, te nemaju prirodnih neprijatelja. Brojni su negativni učinci invazivnih vrsta. Njihovo naseljavanje ili širenje ugrožava zdravlje ljudi i uzrokuje gospodarsku štetu. U biološkom smislu invazivne vrste su opasnost autohtonoj vegetaciji i bioraznolikosti (Horvat i Franjić, 2016.).

Drvenaste biljne vrste ljudi stotinama godina raznose po svijetu, a tek su nedavno prepoznate kao invazivne vrste. Samo mali postotak drveća i grmlja (0,5–0,7%) su invazivne vrste izvan svog prirodnog staništa, međutim, njihov značaj raste (Richardson i Rejmanek, 2011.). Mnoge drvenaste vrste koje su postale invazivne, namjerno su donesene kao ukrasne vrste (Binggeli 2001., Reichard i White, 2001., Zalba i Villamil, 2002., Foxcroft i sur., 2008.) za botaničke vrtove, vrste za zaštitu od vjetra ili radi komercijalnog iskorištavanja (Ewel i sur., 1999., Krivanek i Pyšek, 2008.). Utjecaj ovih vrsta je raznolik. One potiskuju domaću floru, utječu na biološku raznolikost (Rejmanek i sur., 2005.), utječu na količinu pristupačne vode, svjetla, nutrienata, te reduciraju životni prostor drugim vrstama. Prijetnja su i teško ih je kontrolirati i u zaštićenim područjima kao što su Nacionalni parkovi.

Namjerno unesene vrste u Centralnoj Europi se brže šire od onih koje su slučajno došle (Pyšek i sur., 2002.). Ukrasne vrste su češće zastupljene u gradskim područjima, ali se šire svuda gdje se osjeća utjecaj čovjeka (Sullivan i sur., 2004., 2005., Milton i sur., 2007.). Područja s najvećim brojem drvenastih invazivnih vrsta su Australija (183 vrste), južna Afrika (170 vrsta), Sjeverna Amerika (163 vrste) i Novi Zeland (107 vrsta) (Richardson i Rejmanek, 2011.). Prema istim autorima dominiraju hortikulture vrste (62%), a zatim vrste vezane za šumarstvo (13%). Isto istraživanje pokazuje da je preko 40% drvenastih vrsta rašireno pomoću ptica.

Dvadeset jedna drvenasta vrsta je na listi „100 of the World's Worst Invaders“, a sedam je na listi sto najgorih invazivnih u Europi (<http://www.europe-aliens.org/speciesTheWorst.do>). Postoje razne inicijative diljem svijeta (Sjeverna Amerika, Novi Zeland) koje imaju zadatak smanjiti uporabu invazivnih vrsta u hortikulturi. Formalne strategije za rješavanje ovoga problema još uvijek nema.

Napravljena je lista invazivnih vrsta za mnoge europske zemlje, ali ona ne pridaje veliku pažnju drvenastim vrstama. Međutim, ove vrste su pogodnije za istraživanje jer postoje detaljnije informacije o uvozu tih vrsta za potrebe šumarstva i hortikulture. Na temelju literaturnih podataka i terenskih opažanja i za Hrvatsku je napravljena lista invazivnih vrsta (Boršić i sur., 2008.). Najviše invazivnih vrsta (70%) u Hrvatskoj su porijeklom iz Sjeverne i Južne Amerike, 19% je iz Azije, a ostatak iz ostalih područja (Nikolić i sur., 2014.). Drvenaste invazivne vrste Hrvatske su porijeklom iz Sjeverne Amerike i Azije.

#### ***Acer negundo L. – negundovac***

Negundovac je listopadno drvo iz porodice Aceraceae. Porijeklom je iz Sjeverne Amerike (od Kanade do Meksika). U Europi je prvi puta zabilježen u 17. stoljeću, dok se u Hrvatskoj prvi puta spominje početkom 20. stoljeća. Ova je vrsta unesena kao dekorativna. U Hrvatskoj se sadi u parkovima i drvoredima (Franjić i Škvorc, 2010.). U području prirodne rasprostranjenosti koristi se za ublažavanje erozije i zaštitu od vjetra. Rasprostranjena je u sjeverozapadnom i istočnom dijelu Hrvatske, te u Dalmaciji (Pandža i Tafra, 2008., Nikolić i sur., 2014.). Lako potiskuje autohtonu floru. Invazivna vrsta je i u zemljama našeg okruženja (Mađarska, Austrija, Poljska, Češka). Za suzbijanje ove biljke najbolje su preventivne mjere izbjegavanjem sadnje. Mehaničko uklanjanje je učinkovito u kombinaciji s herbicidima.

#### ***Ailanthus altissima (Mill.) Swingle – pajasen***

Pajasen je listopadno drvo iz porodice Simaroubaceae. Porijeklom je iz Azije (Kina i Japan), a u Europu je unesen kao ukrasna biljka u 18. stoljeću. Smatra se da je prvi puta zabilježen u Hrvatskoj 1914. godine. Pajasen je unesen za pošumljavanje i stabilizaciju pjeskovitih podloga (Đurđevački pijesci) (Franjić i Škvorc, 2010.). Rasprostranjen je na gotovo svim staništima, tolerira siromašna tla, te je jako prilagodljiva vrsta. Razmnožava se sjemenom i vegetativno. Ova brzorastuća vrsta inhibira rast drugih vrsta i nema prirodnih neprijatelja. U Hrvatskoj je osobito zastupljen na otocima i duž obale. Za uspješno suzbijanje najbolja je kombinacija kemijskih i mehaničkih mjera kroz nekoliko godina (Constan-Naya i sur., 2010.).

#### ***Amorpha fruticosa L. – bagremac***

Bagremac je listopadni grm iz porodice Fabaceae. Porijeklom je iz Sjeverne Amerike. U Europu je unesen u 18. stoljeću, a u Hrvatskoj je prisutan od prve polovice 20. stoljeća (Nikolić i sur., 2014.). Bagremac je u Hrvatsku unesen kao dekorativna, antierozivna i medonosna biljka (Hulina, 2011.). Najviše je rasprostranjen u nizinskim kontinentalnim područjima (Posavina, Podravina, Podunavlje) uz rijeke, riječne nasipe, na poplavnim područjima i na obalama kanala za

navodnjavanje (Štefanić i sur., 2005.). Agresivno raste u gustim sklopovima i utječe na biološku raznolikost. Krpan i sur. (2011.) istraživanjem biopotencijala bagremca naglašavaju energetske vrijednosti ove biljke. Jednokratno mehaničko uklanjanje nije učinkovito, jer se ova biljka ponovo pojavljuje iz podzemnih dijelova. Najučinkovitija kontrola je tretiranje herbicidima.

### ***Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. – dudovac**

Dudovac je listopadno drvo iz porodice Moraceae. Porijeklom je iz Azije (Kina, Japan, Tajvan), a točnih podataka o unosu u Europu nema. Za Hrvatsku postoji pisani trag iz 19. stoljeća (perivoj Trsteno). Ova biljka je unesena kao dekorativna za botaničke vrtove. U Hrvatskoj je rasprostranjena u primorju, dok je u kontinentalnom dijelu susrećemo u parkovima. Razmnožava se generativno i vegetativno te raste veoma brzo. Dudovac proizvodi brojna peludna zrnca koja mogu uzrokovati alergije (Hsu i sur., 2008.). Kontrola dudovca je moguća samo kontinuiranim rezanjem biljke uz primjenu neselektivnih herbicida.

### ***Robinia pseudoacacia* L. – bagrem**

Bagrem je listopadno drvo iz porodice Fabaceae. Porijeklom je iz Sjeverne Amerike, a u Europu dolazi kao ukrasna biljka početkom 17. stoljeća. U Hrvatskoj se prvi puta spominje početkom 20. stoljeća. Koristi se kao ogrjevno, građevinsko i parkovno drvo, te cijenjena pčelinja paša (Franjić i Škvorc, 2010., Hulina, 2011.). Raste na različitim tipovima tla, te ga nalazimo široko rasprostranjenog. Razmnožava se sjemenom i vegetativno. Po cijeloj Hrvatskoj pokriva manje površine, a na području Baranje tvori šume (Bačić i Sabo, 2007.). Prevencija je najbolja mjera suzbijanja. Mehaničko suzbijanje ima samo kratkoročne rezultate, dok uporaba herbicida daje relativno dobre rezultate.

### **Suzbijanje i kontrola**

Kontrola invazivnih vrsta i smanjivanje njihova utjecaja na zavičajne vrste i cjelokupne ekosustave danas je jedan od najvećih izazova zaštite prirode u Europi. Stranu invazivnu vrstu gotovo nikada nije moguće u potpunosti ukloniti iz staništa u koje se proširila, jer je to uglavnom ekonomski neisplativo. Stoga je važno rano otkrivanje prisutnosti potencijalno invazivne strane vrste u ekosustavu.

U Hrvatskoj je Zakonom o zaštiti prirode (Narodne novine 80/13) zabranjen uvoz i stavljanje na tržište stranih vrsta, odnosno njihov unos u prirodu te u sve ekosustave u kojima one prirodno ne obitavaju. Doneseni su i prihvaćeni mnogi zakoni, podzakonski akti i pravilnici, te strategija i akcijski plan o zaštiti staništa i biološke raznolikosti. Preventivne mjere kao edukacija, zakonodavstvo i nadzor mogu dati dobre rezultate. Rano detektiranje potencijalno invazivne vrste je problematično i kod iskusnih botaničara. Kada je biljka već raširena, monitoringom se prati brzina širenja areala invazivne vrste i utjecaj na okoliš. Za suzbijanje koriste se mehaničke, kemijske, biološke i kombinirane mjere.

### **Zaključak**

Invazivne biljne vrste, a među njima i drvenaste, osvajaju mnoga staništa i tako postaju problem kako u svijetu, tako i u Hrvatskoj. Većina tih vrsta namjerno je unesena i često široko rasprostranjena te i dalje komercijalno važna. Ljudi, na osnovu svoga interesa, baziraju percepciju o invazivnosti vrste. Vrste kao *Amorpha fruticosa* i *Robinia pseudoacacia* su vrijedna pčelinja paša te su kao takve zanimljive i važne. Obzirom da invazivne biljne vrste imaju mogućnost

agresivnog širenja izvan svog prirodnog staništa jer nemaju prirodnih neprijatelja koji bi smanjili njihovu populaciju, monitoring i kontrola invazivnih vrsta su od velikog značaja. Kao mjera kontrole važna je rana detekcija invazivne vrste, te preventivne mjere koje uključuju edukaciju, zakonodavstvo, nadzor i kontrolu uvoza biljaka. Drvenaste invazivne biljne vrste ne možemo u potpunosti iskorijeniti, ali možemo održavati brojnost njihovih populacija na prihvatljivoj razini. Stoga postoji potreba za daljim istraživanjem i boljim gospodarenjem tim vrstama.

**Napomena:** Rad je izvod iz završnog rada studentice Ljubice Vuković pod nazivom „Drvenaste invazivne biljne vrste Hrvatske“, obranjenog 19. 05. 2017. na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku.

### Literatura

1. Bačić, T., Sabo, M. (2007): Najvažnije medonosne biljke u Hrvatskoj. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište J. J. Strossmayer u Osijeku.
2. Binggeli, P. (2001): The human dimensions of invasive woody plants. In: McNeely, J. A., The great reshuffling: human dimensions of invasive alien species. IUCN, Gland, Switzerland pp 145–160.
3. Boršić, I., Milović, M., Dujmović, I., Bogdanović, S., Cigić, P., Rešetnik, I., Nikolić, T., Mitić, B. (2008.): Preliminary check-list of invasive alien plant species (IAS) in Croatia. *Nat. Croat.* 17 (2), 55-71.
4. Constan-Naya, S., Bonet, A., Pastor, E. (2010): Long-term control of the invasive tree *Ailanthus altissima*: Insights from Mediterranean protected forests. *Forest Ecology and Management* 260(6), 1058-1064.
5. Ewel, J. J., O'Dowd, D. J., Bergelson, J., Daehler, C. C., D'Antonio, C. M., Gómez, L. D., Gordon, D. R., Hobbs, R. J., Holt, A., Hopper, K. R., Hughes, C. E., LaHart, M., Leakey, R. R. B., Lee, W. G., Loope, L. L., Lorence, D. H., Louda, S. M., Lugo, A. E., McEvoy, P. B., Richardson, D. M., Vitousek, P. M. (1999): Deliberate introductions of species: Research needs. *BioScience* 49, 619–630.
6. Foxcroft, L. C., Richardson, D. M., Wilson, J. R. U. (2008): Ornamental plants as invasive aliens: Problems and solutions in Kruger national park, South Africa. *Environmental management* 41, 32-51. DOI 10.1007/s00267-007-9027-9.
7. Franjić, J., Škvorc, Ž. (2010): Šumsko drveće i grmlje Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
8. Horvat, G., Franjić, J. (2016): Invazivne biljke Kalničkih šuma. *Šumarski list*, 1-2: 53-64.
9. Hsu, N. Y., Lin, W. P., Wang, J. Y., Wu, P. C., Su, H. J. (2008): Allergenic potential of *Broussonetia papyrifera* pollens prevalent in the atmosphere of southern Taiwan. *Epidemiology* 19(6), S373-S374.
10. Hulina, N. (2011): Više biljke – stablašice. Sistematika i gospodarsko značenje. Golden marketing-Tehnička knjiga, Zagreb.
11. Krpan, A. P. B., Tomašić, Ž., Bašić Palković, P. (2011): Biopotencijal amorfe (*Amorpha fruticosa* L.) – druga godina istraživanja. *Journal of Forestry Society of Croatia* 135 (13), 130-113.
12. Krivanek, M., Pyšek, P. (2008): Forestry and horticulture as pathways of plant invasions: a database of alien woody plants in the Czech Republic. *Plant invasions: Human perception, ecological impacts and management*. 21-38.
13. Milton, S. J., Wilson, J. R. U., Richardson, D. M., Seymour, C., Dean, W. R. J., Iponga, D. M., Proches, S. (2007): Non-native plant species “infiltrate” bird-generated shrub nucleation processes in arid savanna. *Journal of Ecology* 95, 648–661.
14. Nikolić, T., Mitić, B., Boršić, I. (2014): Flora Hrvatske. Invazivne biljke. Alfa, Zagreb.
15. andža, M., Tafra, D. (2008): Addition to the neophytic flora of the Cetina river region. *Nat. Croat.* 19, 91-112.
16. Pyšek, P., Jarošík, V., Kučera, T. (2002): Patterns of invasion in temperate nature reserves. *Biological Conservation* 104, 13–24.
17. Reichard, S. H., White, P. (2001): Horticultural introductions of invasive plant species: A North American perspective. In: McNeely, J. A., The great reshuffling: human dimensions of invasive alien species. IUCN, Gland, Switzerland pp 161–170.



18. Rejmanek, M., Richardson, D. M., Higgins, S. I., Pitcairn, M. J., Grotkopp, E. (2005): Ecology of invasive plants: State of the art. In: Mooney, H. A., Mack, R. M., McNeely, J. A., Neville, L., Schei, P., Waage, J. (eds) *Invasive alien species: a new synthesis*. Island Press, Washington D.C. pp 104–161.
19. Richardson, D. M., Rejmanek, M. (2011): Trees and shrubs as invasive alien species – a global review. *Diversity and Distributions*. Special Issue: Human-mediated introductions of Australian acacias - a global experiment in biogeography. Vol. 17 (5), 788-809.
20. Sullivan, J. J., Williams, P. A., Cameron, E. K., Timmins, S. M. (2004): People and time explain the distribution of naturalized plants in New Zealand. *Weed Technology* 18, 1330–1333.
21. Sullivan, J.J., Timmins, S. M., Williams, P. A. (2005): Movement of exotic plants into coastal native forests from gardens in northern New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 29:1–10.
22. Štefanić, E., Štefanić, I., Šolić, M. E. (2005): Common indigobush and its significance for beekeeping in the Republic of Croatia. *Bee World* 86 (2), 42-43.
23. Zalba, S. M. and Villamil, C. B. (2002): Woody plant invasions in relictual grasslands. *Biological Invasions* 4, 55-72.

## Invasive woody plants in Croatia

### Abstract

Invasive plant species represent a serious environmental problem and have adverse ecological and economic impacts on the ecosystems which they inhabit. Economic consequences often deny the benefits of using them. Wood invasive plant species have so far not been considered as important invasive species, although they make a significant share among the most dangerous foreign species all around the world. Many international and national strategies, action plans, conventions and databases connected with invasive species were made (Global Invasive Species Programme (GISP), Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (DAISIE), Ecology and Management of Alien Plant Invasions (EMAPI) and others). Total of 70 invasive species from 27 families were registered in the flora of Croatia. Invasive wood species in the Republic of Croatia are: *Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Amorpha fruticosa* L., *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Her. ex Vent. and *Robinia pseudoacacia* L.

**Key words:** invasive species, woody species, Croatia

## Pojava suše na području Osječko-baranjske županije u razdoblju od 2000. - 2015. godine

Vedran Lederer<sup>1</sup>, Jasna Šoštarčić<sup>1</sup>, Marko Josipović<sup>2</sup>, Monika Marković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: lederer.vedran@gmail.com

<sup>2</sup>Poljoprivredni institut Osijek, J. predgrađe 17, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

U radu su prikazani rezultati analize vremenskih prilika na području Osječko-baranjske županije s naglaskom na grad Osijek tijekom razdoblja 2000. – 2015. godine. Za analizu podataka korišteni su hidrotermički koeficijent prema Seljaninovu i indeks suše prema de Martonneu. U navedenom razdoblju prema hidrotermičkom koeficijentu vidljiva je utvrđena slijedeća distribucija i karakterizacija godina: pojava pet godina je svrstano u sušnu zonu (2003., 2007., 2009., 2011. i 2012.), šest godina pripadaju zoni ekscesivne vlažnosti (2001., 2002., 2004., 2005., 2010. i 2014.), četiri godine svrstane su u zonu umjerene vlažnosti (2006., 2008., 2013. i 2015.) i jedna godina je okarakterizirana kao zona navodnjavanja (2000.). Prema indeksu suše po de Martonneu tijekom promatranog razdoblja zamijećena je pojava 14 godina koje su okarakterizirane kao oblasti egzoreizma (2001., 2002., 2003., 2004., 2005., 2006., 2007., 2008., 2009., 2010., 2012., 2013., 2014. i 2015.) te samo dvije godine kao oblasti endoreizma (2000. i 2011.).

**Ključne riječi:** suša, hidrotermički koeficijent prema Seljaninovu, indeks suše prema de Martonneu

### Uvod

Suša je jedan od čimbenika okolne sredine koji još uvijek najviše ograničava poljoprivrednu proizvodnju smanjenjem prinosa te narušavanjem kakvoće uzgajanih kultura. Brojna istraživanja analiziraju utjecaj intenziteta suše, količine i rasporeda oborine na prinos i kvalitetu ljetnih usjeva (Stojić i sur., 2008.; Kovačević i sur., 2013.; Fahad i sur., 2017.). Šimunić i sur. (2007.) istražili su učinak suše na smanjenje prinosa u različitim agroekološkim uvjetima. U rezultatima navode kako je visina prinosa u funkciji količine i rasporeda oborina te da su pri većim sušama veća i smanjenja prinosa i obratno. Suša je definirana kao pojava koja se javlja kada na nekom području postoji značajan manjak vode kroz određeno vremensko razdoblje. Premda je Osječko-baranjska županija prema Köppenovoj klasifikaciji svrstana u područje bez značajnijih sušnijih razdoblja, s jednoliko raspoređenim oborinama tijekom godine, nedovoljne i nepravilno raspoređene oborine tijekom ljetnih mjeseci glavni je ograničavajući čimbenik u proizvodnji poljoprivrednih kultura ovog područja. Prosječna godišnja količina oborina (1961. – 1990.) je 650 mm što Osječko-baranjsko županiju svrstava u područje s najmanjom količinom oborine u Republici Hrvatskoj (Rubinić i sur., 2014.). Zbog pojave suše na području Osječko-baranjske županije u promatranom razdoblju (2000. do 2015. godine) lokalne vlasti proglasile su stanje elementarne nepogode 2000., 2003., 2007., 2011., 2012. i 2015. godine kada su štete u biljnoj

proizvodnji procijenjene na više stotina milijuna kuna. Značajno variranje prinosa tijekom sušnih vegetacijskih razdoblja jarih kultura u istočnoj Hrvatskoj u svome radu analiziraju Kovačević i sur. (2009.), Josipović i sur. (2007.), Marijanović i sur. (2010.). Cilj rada je analizirati pojavu suše na području Osječko-baranjske županije u razdoblju od 2000. do 2015. godine pomoću hidrotermičkog koeficijenta (Ks) prema Seljaninovu te indeksa suše (Is) prema de Martonneu.

### Materijali i metode

Vrijednosti srednjih mjesečnih temperatura zraka (°C) te mjesečne količine oborine (mm) na području grada Osijeka u razdoblju od 2000. do 2015. godine preuzete su od Državnog hidrometeorološkog zavoda. Za potrebe izračuna hidrotermičkog koeficijenta (Ks) prema Seljaninovu analizirane su mjesečne količine oborine (mm) i srednje mjesečne temperature zraka (°C). Hidrotermički koeficijent (Ks) predstavlja omjer sume oborina (mm) za određeno razdoblje i sume temperatura zraka (°C) za to isto vremensko razdoblje umanjene za 10 prema sljedećem izrazu:  $Ks = (\sum O / \sum t \text{ } ^\circ\text{C}) \times 10$  gdje  $\sum O$  predstavlja sumu oborine (mm) za određeno razdoblje, dok  $\sum t \text{ } ^\circ\text{C}$  označava sumu temperatura (°C) za to isto razdoblje. Vrijednosti dobivene izračunom Ks razvrstane su u 5 kategorija. Zonu ekscesivne vlažnosti označavaju vrijednosti veće od 1,3, zonu dovoljne vlažnosti raspon 1,0 – 1,3, sušnu zonu raspon 0,7 – 1,0, zonu suhog ratarenja raspon 0,5 – 0,7 te zonu navodnjavanja vrijednosti manje od 0,5. Prema indeksu suše po de Martonneu važne su tri oblasti – oblast egzoreizma, endoreizma i areizma. Oblast egzoreizma označava prekomjernu količinu oborine i pripadaju joj vrijednosti veće od 20 dobivene izračunom Is. Oblast endoreizma obilježava Is od 5 do 20, dok oblast areizma predstavlja sušne godine kod kojih je Is manji od 5. Indeks suše ili ariditeta (Is) definiran je kao omjer godišnje količine oborine (mm) i srednje godišnje temperature zraka (°C) uvećane za 10 prema sljedećem izrazu:  $Is = Q / (T + 10)$  gdje je Q godišnja količina oborine (mm), a T srednja godišnja temperatura zraka (°C). Za grafički prikaz vremenskih prilika korišten je klimadijagram po Heinrichu Walteru (Klimasoft 2.2.3.) koji predstavlja odnos oborine (mm) i temperature zraka (°C) za određenu meteorološku postaju u određenom vremenskom razdoblju.

### Rezultati i rasprava

Vrijednosti godišnje količine oborine, oborine tijekom vegetacije (mm), srednje godišnje temperature zraka te srednje temperature zraka tijekom vegetacije kao i odstupanja (%) od višegodišnjih prosjeka 1961. – 1990. i 1980. – 2011. prikazane su u Tablici 1. U prosjeku tijekom promatranog razdoblja (2000. – 2015.) godišnja količina oborina je za 5,8% (1961. – 1990.) viša odnosno za 0,2% niža (1980. – 2011.) u odnosu na višegodišnje prosjeke. Količina oborina tijekom razdoblja vegetacije bila je za 8,1% viša (1961. – 1990.) te za 1% niža (1961. – 1990.) od višegodišnjih prosjeka. Gajić-Čapka i sur. (2015.) navode pozitivan trend u količini oborina na području istočne Hrvatske (1961. – 2010.) premda ne i statistički opravdan. U prosjeku, srednja godišnja temperatura zraka bila je za 1,1 viša (1961. – 1990.) odnosno za -0,1 oC niža (1980. – 2011.) u odnosu na višegodišnji prosjek. Temperatura zraka tijekom razdoblja vegetacije bila je za 1,2 oC viša odnosno za -0,9 oC niža u odnosu na višegodišnji prosjek. Obzirom na važnost za biljnu proizvodnju, analizirana je količina oborina (mm) i temperature zraka (oC) tijekom vegetacije kako slijedi. Odstupanje u količini oborina od višegodišnjeg prosjeka 1991. – 1960. bilo je u rasponu od – 58% (2000.) do + 90,0% (2005.) dok je odstupanje u količini oborina od višegodišnjeg prosjeka 1981. – 2011. bilo u rasponu od – 61,6% (2000.) do + 73,9% (2005.). U promatranom razdoblju tijekom sušnih razdoblja količina oborina tijekom vegetacije smanjena je za 58% (2000.), 38% (2003. i 2007.), 44% (2009.), 33% (2011.), 21% (2012.) i 14% (2015.). Navedena odstupanja su u odnosu na višegodišnje razdoblje 1961. – 1990. Ako se promatrane

vrijednosti stave u odnos s razdobljem 1981. – 2011. tada je smanjenje oborina izraženije. U pogledu temperature zraka odstupanje od višegodišnjeg prosjeka 1991. – 1960. bilo je u rasponu od -0,3 (2004.) do +2,5 oC (2009.) te od -2,4 (2004.) do +0,4 (2009.) u odnosu na 1981. – 2011.

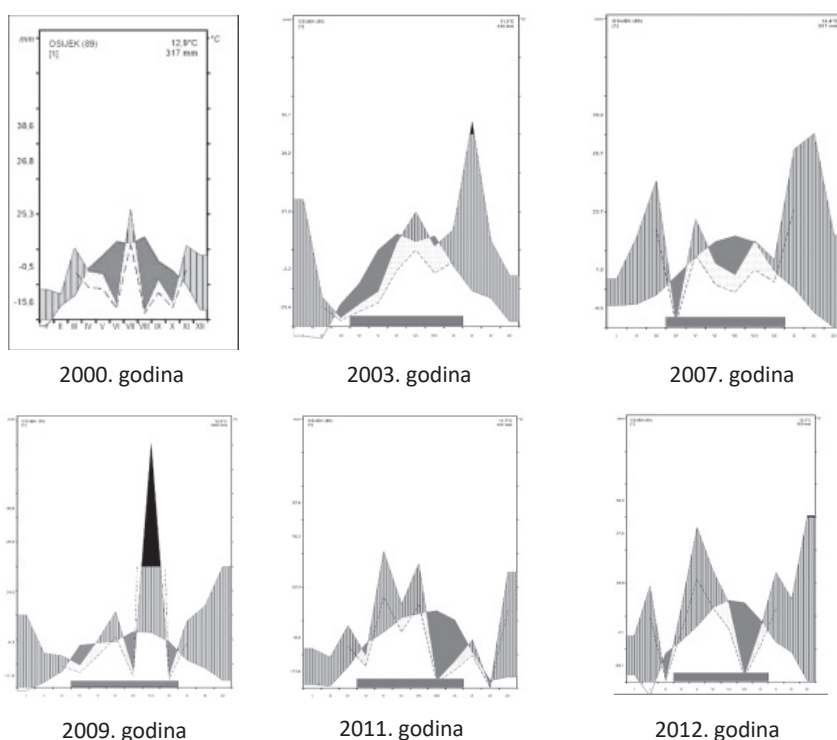
**Tablica 1.** Količina oborina (mm) i temperature zraka (°C) u promatranom razdoblju te odstupanja od višegodišnjih prosjeka

Godina	Oborine (mm)				Srednje mjesečne temperature zraka (°C)				Ks	Is
	Suma	IV - IX	a	b	Prosjek	IV - IX	c	d		
2000.	317,0	154,5	-58,0	-61,6	12,9	19,6	2,0	-0,1	0,5a	13,8**
2001.	944,5	651,0	76,9	62,0	11,4	17,8	0,2	-1,9	1,8c	44,1***
2002.	653,8	461,0	25,3	14,7	12,1	18,3	0,7	-1,4	1,4c	29,6***
2003.	516,5	226,5	-38,4	-43,6	11,3	19,5	1,9	-0,2	0,8b	24,2***
2004.	865,4	473,4	28,7	17,8	11,0	17,3	-0,3	-2,4	1,5d	41,2***
2005.	973,7	699,0	90,0	73,9	10,4	17,7	0,1	-2,0	2,0d	47,7***
2006.	632,1	402,4	9,4	0,1	11,5	18,3	0,7	-1,4	1,1b	29,4***
2007.	620,9	229,9	-37,5	-42,8	12,4	19,1	1,5	-0,6	0,8c	27,7***
2008.	628,7	388,7	5,6	-3,3	12,5	18,6	1,0	-1,1	1,1d	27,9***
2009.	544,6	205,3	-44,2	-48,9	12,6	20,1	2,5	0,4	0,7c	24,1***
2010.	1038,2	676,6	83,9	68,4	11,3	18,3	0,7	-1,4	2,0d	48,7***
2011.	422,2	244,9	-33,4	-39,1	11,7	19,4	1,8	-0,3	0,7c	19,5**
2012.	599,2	291,2	-20,9	-27,5	12,3	20,0	2,4	0,3	0,9c	26,9***
2013.	767,3	420,3	14,2	4,6	12,1	18,6	1,0	-1,1	2,8d	34,7***
2014.	809,4	523,3	42,2	30,2	12,8	18,3	0,7	-1,4	3,4d	35,5***
2015.	686,3	315,9	-14,1	-21,4	12,6	19,5	1,9	-0,2	1,1b	30,4***
2000. – 2015.	688,7	397,7			11,9	18,8				
1961. – 1990.	650,4	368,0			10,8	17,6				
1980. – 2011.	690,4	401,9			12,0	19,7				

a = odstupanje oborine (%) tijekom vegetacije od 1961. – 1990.; b = odstupanje oborine (%) tijekom vegetacije od 1980. – 2011.; c = odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (oC) tijekom vegetacije od 1961. – 1990; d = odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (oC) tijekom vegetacije od 1980. – 2011.; Ks = hidrotermički koeficijent prema Seljaninovu: a – zona navodnjavanja, b – zona dovoljne vlažnosti, c - sušna zona, c – zona umjerene vlažnosti, d – zona ekscesivne vlažnosti; Is = indeks suše po de Martonneu: \* – oblast areizma, \*\* – oblast endorezima, \*\*\* - oblast egzoreizma

Prema rezultatima analize hidrotermičkog koeficijenta (Ks) u razdoblju od 2000. do 2010. godine na području Osijeka zastupljene su 4 zone prema količini oborina premda je za uočiti kako je učestalija pojava razdoblja vegetacije s prekomjernom količinom oborine (zone ekscesivne vlažnosti, 2001., 2002., 2004. i 2005.). Nadalje, tri godine (2003., 2007. i 2009.) su okarakterizirane kao sušne zone (slika 1.).Vegetacijsko razdoblje 2000. godine okarakterizirano je kao zona navodnjavanja, dok su vegetacijska razdoblja 2006. i 2008. godine okarakterizirana kao zone umjerene vlažnosti. Slično kao u i prethodnom desetljeću u razdoblju od 2010. do 2015. godine zamjetna je učestalija pojava zona ekscesivne vlažnosti. Naime od 6 promatranih vegetacijskih razdoblja 2 su razdoblja okarakterizirana kao zone ekscesivne vlažnosti (2010. i 2014.) dok su dva vegetacijska razdoblja okarakterizirana kao sušne zone (2011. i 2012.) i naposljetku dvije zone kao zone umjerene vlaž-

nosti (2013. i 2015.). Prema rezultatima analize indeksa suše u desetogodišnjem razdoblju (2000. do 2010.) na području Osijeka zastupljene su 2 oblasti premda je za uočiti kako dominiraju godine s prekomjernom količinom oborine (oblasti egzoreizma, 2001., 2002., 2003., 2004., 2005., 2006., 2007., 2008. i 2009.). U ovom razdoblju samo je 2000. godina okarakterizirana kao oblast endoreizma. Poput prethodnog desetljeća, u razdoblju od 2010. do 2015. godine dominantna je pojava oblasti egzoreizma. Čak pet godina u ovom razdoblju (2010., 2012., 2013., 2014. i 2015.) su godine s prekomjernom količinom oborine. Jedina godina u ovom razdoblju označena kao oblast endoreizma je 2011. Sve učestalija izmjena sušnih i vlažnih godina za potrebe biljne proizvodnje ukazuje na važnost analize vremenskih razdoblja od 20 do 30 godina (Šoštarić i sur., 2012.).



Slika 1. Klimadijagrami prema H. Walteru za sušne godine u promatranom razdoblju

### Zaključak

Na osnovu analize pojave suše na području Osječko-baranjske županije zamijećena je pojava ekstremnih vremenskih uvjeta u pogledu izmjene sušnih i nadprosječno vlažnih godina kao i nepravilan raspored oborine. Također prekomjerne količine oborine u kratkom vremenskom razdoblju dodatan su razlog zašto bi se analiza vremenskih prilika trebala bazirati na razdoblju vegetacije jarih kultura. Prema rezultatima istraživanja, hidrotermički koeficijent ( $K_s$ ) detaljnije sistematizira vegetacijska razdoblja u odnosu na opskrbljenost vodom što je jedan od najvažnijih čimbenika za biljnu proizvodnju. Premda je izraženija pojava godina s prekomjernom količinom oborine također je vidljiva pojava sušnih razdoblja pa je stoga primjena navodnjavanja kao i odvodnje suvišnih voda na području Osječko-baranjske županije opravdana.

## Literatura

1. Fahad, S., Bajwa, A., Nazir, U., Anjum, S. A., Farooq, A., Zohaib, A., Sadia, S., Nasim, W., Adkins, S., Saud, S., Ihsan, M. Z., Alharby, H., Wu, C., Wang, D., Huang, J. (2017.): Crop Production under Drought and Heat Stress: Plant Responses and Management Options. *Frontiers in plant sciences*, 8, 1147.
2. Gajić-Čapka, M., Cindrić, K., & Pasarić, Z. (2015): Trends in precipitation indices in Croatia, 1961–2010. *Theoretical and applied climatology*, 121 (1-2), 167-177.
3. Josipović, M., Kovačević, V., Petošić, D., Šoštarić, J. (2007): Wheat and maize yield variations in the Brod-Posavina area. *Cereal Research Communications*, 33 (1), 229-233.
4. 4. Klimasoft 2.2.3. (2018): Dostupno na: <http://www.monachus-informatika.hr/Work/Project/18>, (06. 02. 2018.)
5. Kovačević, J., Kovačević, M., Cesar, V., Drezner, G., Lalić, A., Lepeduš, H., Zdunić, Z., Jurković, Z., Dvojković, K., Katanić, Z., Kovačević, V. (2013): Photosynthetic efficiency and quantitative reaction of bread winter wheat to mild short-term drought conditions. *Turkish journal of agriculture and forestry*, 37, 385-393.
6. Kovačević, V., Šoštarić, J., Josipović, M., Iljkić, D., Marković, M. (2009): Precipitation and temperature regime impacts on maize yields in Eastern Croatia. *Research Journal of Agricultural Science*, 41(1), 49-53.
7. Marijanović, M., Markulj, A., Tkalec, M., Jozić, A., Kovačević, V. (2010): Uticaj padavina i temperaturnog režima na prinose pšenice (*Triticum aestivum* L.) u istočnoj Hrvatskoj. *Acta agriculturae Serbica*, 15 (30), 117-123.
8. Rubinić, J., Branković, Č., Karleuša B., Radman I. (2014): Climate and climate change data for Croatia. Faculty of Civil Engineering University of Rijeka (FB8).
9. Stojić, B., Šeput, M., Kovačević, V., Kanižai, G., Rašić, D. (2008): Genotype, soil and year effects on yield and nutritional status of maize. *Cereal Research Communications*, 36, 647-1650.
10. oštarić, J., Marković, M., Šimunić, I., Josipović, M. (2012): Irrigation – wish or necessity. *Proceedings of 4th International Scientific and Expert Conference of the International TEAM Society*. 17 – 19 October, Slavonski Brod, Croatia. 1, 17-20.
11. Šimunić, I., Husnjak, S., Tomić, F. (2007): Utjecaj suše na smanjenje prinosa poljoprivrednih kultura. *Agronomski glasnik*, 343 – 354.

## The appearance of drought in Osijek-Baranja County in the period from 2000 to 2015

### Abstract

This paper shows the results of the weather conditions analysis in Osijek-Baranja County with focus on the City of Osijek during the period from 2000 to 2015. Sielianiow's hydrothermal coefficient and de Martonne's aridity index were used for data analysis. In the period aforementioned, there are four different zones according to Seljaninow's hydrothermal coefficient, and those are: five years of dry zones (2003; 2007; 2009; 2011 and 2012), six years of rather humid zones (2001; 2002; 2004; 2005; 2010 and 2014), four years belong in the optimal zone (2006; 2008; 2013 and 2015), while one year is characterized as an irrigation zone (2000). According to de Martonne's aridity index, 14 years are observed as humid (2000; 2002; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2012; 2013; 2014 and 2015), while only two as the intermediate (2000 and 2011).

**Key words:** drought, Hydro-thermal Coefficient of Selyaninow, de Martonne aridity index

## The study of dill essential oil chemical composition

Tijana Stojanović<sup>1</sup>, Vele Tešević<sup>2</sup>, Vojislava Bursić<sup>1</sup>, Gorica Vuković<sup>3</sup>,  
Jovana Šućur<sup>1</sup>, Aleksandra Popović<sup>1</sup>, Miloš Petrović<sup>1</sup>

<sup>1</sup> University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8,  
Novi Sad, Serbia, e-mail: [tijana.stojanovic@polj.edu.rs](mailto:tijana.stojanovic@polj.edu.rs)

<sup>2</sup> University of Belgrade, Faculty of Chemistry, Studentski Trg 16, Belgrade, Serbia

<sup>3</sup> Institute of Public Health, Bul. despota Stefana 54a, 11000 Belgrade, Serbia

### Abstract

Since the main components of essential oils are considered responsible for their biological activity, the objective was to determine the chemical composition of the essential oil of dill by the chromatographic analysis, obtained in the distillation by water vapor. The chromatographic analysis was carried out by recording the mass spectrums of the detected components by GC-MS. After confirming the components through retention times and Kovats indices, their quantification was done by GC-FID. The main constituents of the essential oil of dill are carvone with 45.66% and limonene with 45.32% in content. Beside carvone and limonene there were 11 constituents which in total make less than 10.00% of the studied essential oil.

**Key words:** essential oil of dill, chromatographic analysis, biopesticide, biological activity

### Introduction

In recent years essential oils have drawn attention due to their biological effect as potential agents in pest control (Stojanović and Popović, 2017.). As the by-products of plant metabolism they are regarded as evaporable secondary metabolites of plants which are the mixture of mono and sesquiterpenes. The biological activity of essential oils depends on their chemical composition, the part of the plant they have been extracted from, phenological state of the plant, environmental conditions and the extraction methods (Ukeh and Umoetok, 2011.).

Dill (*Anethum graveolens* L.) is an annual plant from Apiaceae family. Dill is used as a biopesticide and due to its allelochemicals with their herbicide effects it is considered to have fungicidal properties, as well. The whole plant contains the essential oil which is easily transferred. The leaves of this plant are supposed to contain 0.05-0.35% of the essential oil, while the percentage in ripe fruits is much higher (2.5-4.0%). It should be pointed out that it is better to do the extraction of the essential oil at the milky-wax stage than at its full ripeness stage as the content of the essential oil gradually declines. The leaves and the fruits of dill have different aromas due to different chemical composition of the essential oil (Aćimović, 2015.).

A large number of isolated allelochemicals show their bioactivity in low (10<sup>-5</sup>-10<sup>-6</sup> mol/dm<sup>3</sup>) or extremely low concentrations (10<sup>-10</sup> mol/dm<sup>3</sup>) (Šućur, 2015.). To determine carvone and limonene contents, mostly the gas chromatography with flame ionisation (GC/FID) or mass

spectrometry (GC/MS) detection are used. High performance liquid chromatography (HPLC) with polarimetric detection, derivative spectrophotometry and proton magnetic resonance can also be applied (Sedláková et al., 2003.).

Since the main components of essential oils are considered responsible for their biological activity, the objective was to determine the chemical composition of essential oil of dill by the chromatographic analysis, obtained in the distillation by water vapor.

### Materials and methods

The essential oil of dill was extracted from the dry aboveground parts of the plant (herba) by hydrodistillation (HD) with n-hexane as an organic solvent/recipient, collected on a private farm at Mošorin (N 45°17'28.113 E 20°11'43.80936), one of the locations where the growing experiments were carried out under various agroecological conditions in Vojvodina, in the second half of August 2015. Thirty grams of dill were subjected to hydrodistillation for 3 hours using a Clevenger-type apparatus. The essential oil was collected over water, separated, dried over anhydrous sodium sulphate, and stored in the dark at 4 °C.

The chromatographic analysis of essential oil was carried out by recording the mass spectrums of the detected components by gas chromatography with mass spectrometry (GC-MS). After confirming the components through retention times and Kovats indices, their quantification was done by the gas chromatography with flame ionization detector (GC-FID) (Stojanović et al., 2017.).

GC/FID analysis. GC/FID analysis of tested samples of essential oils was carried out on an Agilent Technologies, model 7890A gas chromatograph, equipped with split-splitless injector and automatic liquid sampler (ALS), attached to HP-5MS column (30 m x 0.25 mm, 0.25 µm film thickness) and fitted to flame ionisation detector (FID). Carrier gas flow rate (H<sub>2</sub>) was 1 ml/min, injector temperature was 250 °C, detector temperature 300 °C, while column temperature was linearly programmed from 40-260 °C (at the rate of 4 °C/min), and held isothermally at 260 °C next 5 minutes. Solutions of tested samples in EtOH (~15 ml/ml) were consecutively injected by ALS (2 µl, split mode 1:30). Area percent reports, obtained as result of standard processing of chromatograms, were used as the base for the quantification purposes (Stojanović et al., 2017.).

Gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). The same chromatographic conditions as those mentioned for GC/FID were employed for GC/MS analysis, using HP G 1800C Series II GCD system [Hewlett-Packard, Palo Alto, CA (USA)]. Instead of hydrogen, helium was used as carrier gas. Transfer line was heated at 260°C. Mass spectra were acquired in EI mode (70 eV), in the range of 40-450 Da. Sample solutions were injected by ALS (2 µl, split mode 1:30).

The constituents were identified by comparison of their mass spectra to those from Wiley275 and NIST/NBS libraries, using different search engines (PBM and NIST). In addition, the experimental values for retention indices were determined by the use of calibrated Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification System software (AMDIS ver. 2.64.), compared to those from available literature (Adams, 2007.), and used as additional tool to approve MS findings (Stojanović et al., 2017.).

### Results and discussion

From the obtained results it can be concluded that the main constituents of the essential oil of dill are carvone with 45.66% and limonene with 45.32% in content (Table 1). Beside carvone and limonene there were 11 constituents which in total make less than 10.00% of the studied essential oil.



**Table 1.** Constituents of the essential oil of dill

No	Constituents	KIE	KIL	RT/MS	RT/FID	Area	%, m/m	% ID	RRT	CI
1	Myrcene	992.6	988	8.53	12.772	81.9	0.16	0.16	0.556	4
2	Limonene	1026.4	1024	9.66	14.468	22861.3	45.32	45.32	0.630	993
3	p-Cymenene	1095.9	1089	12.04	16.564	209.9	0.42	0.42	0.721	9
4	trans-p-Mentha-2,8-dien-1-ol	1119.9	1119	12.89	17.830	101.0	0.20	0.20	0.776	4
5	cis-Limonene oxide	1129.4	1132	13.21	18.277	62.9	0.12	0.12	0.796	3
6	trans-Limonene oxide	1133.6	1137	13.36	18.436	272.4	0.54	0.54	0.803	12
7	Dill ether	1181.7	1184	15.02	20.665	178.6	0.35	0.35	0.900	8
8	cis-Dihydro carvone	1191.4	1191	15.36	20.818	862.9	1.71	1.71	0.907	37
9	cis-Isodihydrocarvone	1193.5	1196	15.44	20.977	575.0	1.14	1.14	0.913	25
10	trans-Dihydro carvone	1198.4	1200	15.61	21.149	2038.1	4.04	4.04	0.921	88
11	iso-Dihydro carveol	1213.8	1212	16.14	21.704	43.6	0.09	0.09	0.945	2
12	neoiso-Dihydro carveol	1228.0	1226	16.61	21.925	123.9	0.25	0.25	0.955	5
13	Carvone	1243.9	1239	17.15	22.964	23034.1	45.66	45.66	1.000	1000
						50445.7	100.00	100.00		

## Conclusion

Based on the chromatographic analysis of the essential oil of dill obtained in the distillation by water vapor it can be concluded as follows:

- The main constituents of the essential oil of dill are carvone with 45.66% and limonene with 45.32% in content.
- Beside carvone and limonene there were 11 constituents which in total make less than 10% of the studied essential oil.
- Since the main components affect the biological activity of essential oil the conclusion is that the biological effect of the essential oil of dill is affected by monocyclic monoterpenes carvone and limonene.

## Acknowledgements

The authors would like to thank the Ministry of Education, Science and Technological Development for the financial support (Project TR 31027).

## Literature

1. Aćimović, M. (2015). Tehnologija gajenja mirođije sa osvrtom na bolesti i štetočine. Biljni lekar, 4, 353-360.
2. Adams, R.P. (2007): Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectrometry, 4th Ed., Allured Publishing Corporation, Carol Stream, Illinois, USA.
3. Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification System software (AMDIS ver. 2.64.). National Institute of Standards and Technology (NIST), Standard Reference Data Program, Gaithersburg, MD (USA).
4. Sedláková, J., Kocourková, B., Lojtková, L., Kubáň, V. (2003): Determination of essential oil content in caraway (*Carum carvi* L.) species by means of supercritical fluid extraction. Plant Soil Environ. 49(6) 277-282.

5. Stojanović, T., Popović, A. (2017): Toxic effect of caraway essential oil on adults of *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera, Tenebrionidae). X Conference of Agronomy Students with international participation, Čačak, Serbia, 23-25 August, Proceedings, 136-143.
6. Stojanović, T., Tešević, V., Bursić, V., Vuković, G., Šućur, J., Popović, A., Petrović, M. (2017). The chromatographic analysis of caraway essential oil as the potential biopesticide. Proceedings of the 23rd International Symposium on Analytical and Environmental Problems October 9-10.2017, Szeged, Hungary, Publisher: University of Szeged, Department of Inorganic and Analytical Chemistry, ISBN 978-963-306-563-1, 15-18.
7. Šućur, J. (2015). Biopesticidna aktivnost ekstrakata odabranih biljnih vrsta porodice Lamiaceae. Doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, Univerzitet u Novom Sadu, 36.
8. Ukeh, D. A., Umoetok, S. B. A. (2011): Repellent effects of five monoterpenoid odours against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Rhyzopertha dominica* (F.) in Calabar, Nigeria. *Crop Protection* 30, 1351-1355.

## Ispitivanje kemijskog sastava eteričnog ulja kopra

### Sažetak

Budući da se za biološku aktivnost eteričnih ulja odgovornim smatraju njihove glavne komponente, cilj rada je bio kromatografskom analizom utvrditi kemijski sastav eteričnog ulja kopra, dobivenog destilacijom vodenom parom. Kromatografska analiza je izvedena snimanjem masenih spektara detektiranih komponenti putem GC-MS. Nakon potvrđivanja komponenata preko retencijskih vremena i Kováčevih indeksa izvršena je njihova kvantifikacija pomoću GC-FID. Glavne komponente eteričnog ulja kopra su karvon, zastupljen s 45,66% i limonen, zastupljen s 45,32%. Pored karvona i limonena detektirano je još 11 konstituenata, koji ukupno čine manje od 10,00% ispitivanog eteričnog ulja.

Ključne riječi: eterično ulje kopra, kromatografska analiza, biopesticid, biološka aktivnost

## Biolška obrada pivskog tropa obojenog metilenskim modrilom i kongo crvenilom pomoću gljive bijelog truljenja *Trametes versicolor*

Antonija Kezerle<sup>1</sup>, Hrvoje Pavlović<sup>2</sup>, Tena Silađi<sup>2</sup>, Kazimir Antunović<sup>2</sup>,  
Matea Martinović<sup>2</sup>, Darko Velić<sup>2</sup>, Natalija Velić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vodovod-Osijek d.o.o., Poljski put 1, Osijek, Hrvatska

<sup>2</sup>Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, F. Kuhača 20, Osijek, Hrvatska, e-mail: hrvoje.pavlovic@ptfos.hr

### Sažetak

Cilj ovog rada bio je istražiti mogućnost biološke obrade otpadnog lignoceluloznog materijala pivskog tropa obojenog sintetskim bojilima metilenskim modrilom i kongo crvenilom pomoću gljive *Trametes versicolor* TV8 u uvjetima uzgoja na čvrstim nosačima. *T. versicolor* TV8 dobro je rasla na obojenom pivskom tropu, što je, osim vidljivog bijelog micelija, potvrđeno gubitkom mase supstrata te povećanjem udjela vlage i proteinskog dušika nakon 21 dana fermentacije, u usporedbi s abiotičkom kontrolom. Promjene parametara boje (određivani kromometrijski) obojenih uzoraka tropa dobivenih na kraju fermentacije u odnosu na abiotičku kontrolu, upućuju na promjenu nijansi analiziranih boja tj. razgradnju gljivom *T. versicolor* TV8. Dobiveni rezultati upućuju na biotehnološki potencijal gljive *T. versicolor* TV8 za primjenu u procesima biološke obrade obojenih lignoceluloznih materijala, odnosno biorazgradnje sintetskih bojila u uvjetima uzgoja na čvrstim neinertnim nosačima.

**Ključne riječi:** *Trametes versicolor*, obezbojenje pivskog tropa, metilensko modriilo, kongo crvenilo, biološka obrada

### Uvod

Ispuštanje neobrađenih obojenih industrijskih efluenata u okoliš znatno utječe na kemijski sastav i svojstva vode prirodnog prijemnika, odnosno vodenog ekosustava u koji se efluent ispušta (Ejder-Korucu i sur., 2015.). Čak i vrlo male količine bojila mogu negativno utjecati na floru i faunu prijemnika. S obzirom na proizvodne zahtjeve koji se postavljaju za bojila, ona pokazuju izrazitu otpornost na djelovanje temperature, svjetlosti i mikroorganizama (Crini, 2006.). Sve navedeno uzrokuje njihovo nakupljanje i zadržavanje u okolišu. Uklanjanje bojila je teško uslijed njihove kompleksne kemijske strukture, pri čemu je učinkovitost konvencionalnih sustava za biološku obradu otpadnih voda najčešće mala. Za uklanjanje bojila iz otpadnih voda razvijene su i istražuju se brojne metode, ali se još uvijek najčešće koristi adsorpcija (Crini, 2006.). Kako bi se skupi konvencionalni adsorbensi zamijenili jeftinijima, ali jednako učinkovitim, u novije vrijeme intenzivno se istražuju različiti otpadni lignocelulozni materijali iz poljoprivredne, prehrambene i šumarske industrije kao nekonvencionalni adsorbensi za uklanjanje onečišćujućih tvari iz otpadnih voda, uključujući i bojila. Nakon završenog procesa adsorpcije bojila korištenjem ligno-

celuloznih materijala zaostaje obojeni materijal, koji je potrebno zbrinuti na odgovarajući način. Jedna od mogućnosti ekološki prihvatljivog zbrinjavanja je biološka obrada obojenog lignoceluloznog materijala pomoću gljiva bijelog truljenja. Tijekom navedene obrade istovremeno dolazi do razgradnje osnovnih polimernih sastavnica (lignin, celuloza i hemiceluloza) materijala i razgradnje bojila. Najvažniji enzimi u procesu biorazgradnje bojila koje sintetiziraju ove gljive su enzimi uključeni u razgradnju lignina: lakaza, lignin peroksidaza i mangan peroksidaza (Santos i Corso, 2014.). Šarena tvrdokoška (lat. *Trametes versicolor*) se zbog sposobnosti sinteze lignolitičkih enzima primjenjuje u bioremedijaciji za uklanjanje sintetskih bojila, polikloriranih bifenila te policikličkih aromatskih ugljikovodika koji su među najčešćim onečišćujućim tvarima u okolišu (Novotny i sur., 2004.). Cilj ovog rada bio je istražiti mogućnost biološke obrade otpadnog lignoceluloznog materijala pivskog tropa obojenog sintetskim bojilima metilenskim modrilom i kongo crvenilom pomoću gljive *Trametes versicolor* u uvjetima uzgoja na čvrstim nosačima.

### Materijal i metode

Radni mikroorganizam. Kao radni mikroorganizam korištena je gljiva *Trametes versicolor* (L.) TV8 iz privatne zbirke (Institute for Applied Mycology and Biotechnology, Celje, Slovenija) izolirana na području Celja i Laškog (Slovenija). Gljiva je uzgojena na krumpirovom agaru (Liofilchem, Italija) tijekom 7 dana pri 27 °C, te čuvana u hladnjaku pri +4 °C. Za potrebe provođenja uzgoja na obojenim čvrstim supstratima gljiva je uzgojena na krumpirovom agaru s dodatkom metilenskog modrila, odnosno kongo crvenila s dodatkom bojila u koncentraciji 50 mg L<sup>-1</sup>.

Kvalitativni enzimski testovi za određivanje celulolitičke i lignolitičke aktivnosti radnog mikroorganizma. Provedeni su sljedeći enzimski testovi: test potvrde celulolitičke aktivnosti prema Pointing (1999.) na podlogama za uzgoj s dodatkom karboksimetil-celuloze (CMC), testovi potvrde aktivnosti lakaze na podlogama s dodatkom ABTS-a (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska kiselina) diamonijeva sol) (Levasseur i sur., 2010.), gvajakola (Kiiskinen i sur., 2004.) i bromfenol modrila (Tekere i sur., 2004.) te test sposobnosti razgradnje lignina na podlozi s dodatkom lignina (Sundman i Nase, 1971.).

Priprema pivskog tropa. Pivski trop, korišten kao neinertni nosač (nosač i supstrat za rast mikroorganizma) tijekom uzgoja na čvrstim nosačima, dobiven je iz Osječke pivovare d.o.o. Prije korištenja trop je ispran vrućom vodovodnom vodom do neutralnog pH, te osušen na zraku i samljeven na laboratorijskom mlinu (IKA Labortechnik, Njemačka). Kako bi se osigurala veličina čestica manja od 1mm korišteno je sito promjera 1mm.

Uzgoj *T. versicolor* (L.) TV8 na obojenom pivskom tropu kao neinertnom nosaču. Uzgoj gljive *T. versicolor* TV8 na pivskom tropu obojenom metilenskim modrilom i kongo crvenilom proveden je u staklenkama volumena 750 ml. U svaku staklenku odvagano je 15 g tropa te dodano 20 mL otopine metilenskog modrila, odnosno kongo crvenila, koncentracije 150 mg L<sup>-1</sup>, kako bi se osigurala vlažnost od 60%. Staklenke su sterilizirane i nakon hlađenja inokulirane s dva micelijska diska (promjera 5 mm) 7 dana stare kulture, koji su homogenizirani u 5 mL sterilne destilirane vode (na vibrirajućem mješaču kroz 10 min). Na isti način inokulirana je i biotička kontrola, koja je sadržavala neobojeni trop. Abiotička kontrola sadržavala je samo obojeni trop te nije inokulirana. Staklenke su zatvorene pripadajućim metalnim poklopcima sa središnjim otvorom promjera 3 cm, zatvorenog čepom od akvarijske vate, kako bi se osigurala aeracija. Sadržaj staklenki dnevno je ručno izmiješan. Inkubacija pri 27 °C je trajala 21 dan. Nakon završene inkubacije, sadržaj staklenki je steriliziran te osušen u sušioniku pri 80 °C. U uzorcima prije i nakon provedenog uzgoja određeni su masa, udjel vlage (HR73 „Moisture Analyzer”, Mettler Toledo, Švicarska), proteinski dušik (HRN ISO 1871, 1999; Kjeltect™ 2300 Analyzer Unit, FOSS Analytical, Danska) te boja kromometrijski (a\*, b\*, L\* vrijednosti pomoću kromametra Konica Minolta CR400, Japan).

## Rezultati i rasprava

U slučaju kada se istražuje sposobnost gljiva za produkciju enzima odgovornih za razgradnju lignoceluloznih materijala, pri čemu nije važna kvantifikacija enzima, već samo potvrda specifične enzimске aktivnosti enzima, kvalitativni testovi su se pokazali vrlo učinkovitim. Reagensi koji se primjenjuju u testovima su široko dostupni i jeftini, postupak je jednostavan, a rezultati se izražavaju samo kao pozitivni ili negativni (Pointing, 1999.). Rezultati provođenja kvalitativnih testova za određivanje celulolitičke i lignolitičke aktivnosti gljive *T. versicolor* TV8 korištene u ovom istraživanju dani su u Tablici 1.

**Tablica 1.** Rezultati kvalitativnih enzimskih testova.

Radni mikroorganizam	Celulolitička aktivnost	Lignolitička aktivnost			
		Aktivnost lakaze			Lignin
	CMC	ABTS	Gvajakol	Bromfenol modriilo	
<i>Trametes versicolor</i> TV8	+	+	+	+	+

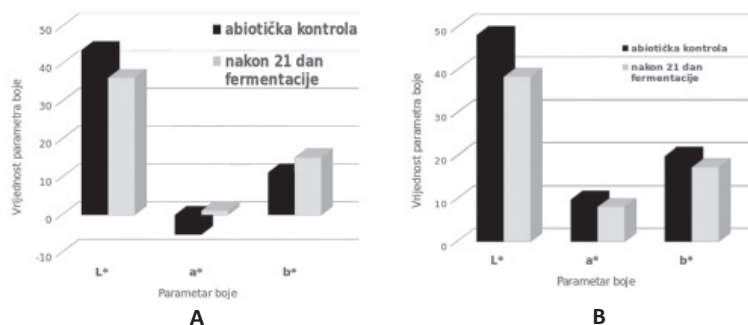
Rezultat provođenja svih kvalitativnih testova za određivanje celulolitičke i lignolitičke aktivnosti bio je pozitivan, što potvrđuje sposobnost produkcije enzima uključenih u razgradnju celuloze i lignina, ali i različitih ksenobiotičkih spojeva poput bojila (Santos i Corso, 2014.). Biološka obrada pivskog tropa obojenog metilenskim modrilom i kongo crvenilom provedena je pomoću gljive *T. versicolor* TV8 u uvjetima uzgoja na čvrstim nosačima. Obojeni pivski trop, pri tome, je služio kao neinertni nosač, odnosno i kao nosač biomase i kao supstrat. Gljiva *T. versicolor* TV8 dobro je rasla na obojenom pivskom tropu, što je, osim vizualne potvrde u vidu pojave bijelog micelija, naknadno potvrđeno analizom uzoraka pivskog tropa dobivenih nakon provedene fermentacije u trajanju od 21 dana te pripadajućih biotičkih i abiotičkih kontrola. Rezultati analize udjela vlage, gubitka na masi supstrata, udjela proteina te promjene boje uzoraka prikazani su u Tablici 2. te na Slici 1.

**Tablica 2.** Promjene prilikom uzgoja gljive na čvrstim nosačima obojenim metilenskim modrilom (MB) i kongo crvenilom (KR)

Uzorak	Udjel vlage / %				Gubitak na masi supstrata / %		Udjel proteina / %	
	MB		KR		MB	KR	MB	KR
	početno	21. dan	početno	21. dan				
Biotička kontrola	62,54	65,78	62,54	65,78	18,16	18,16	24,00	24,00
Abiotička kontrola	57,11	52,39	65,69	59,26	0	0	20,00	14,40
Obojeni pivski trop	60,89	66,94	61,31	63,60	18,34	17,12	23,73	19,68

Iz Tablice 2. vidljiva je promjena udjela vlage u ispitivanim uzorcima obojenog tropa i biotičke kontrole koji je porastao u odnosu na abiotičku kontrolu, kao posljedica mikrobiološke aktivnosti, odnosno oslobađanja metaboličke vode. Nadalje, isto se može zaključiti i za povećanje udjela proteinskog dušika za sve fermentirane uzorke u odnosu na abiotičku kontrolu, gdje nije bilo mikrobnog rasta. Gubitak na masi supstrata u uzorcima biotičke kontrole, kao i u uzorcima obojenog tropa nakon fermentacije, iznosio je oko 18%. Gubitak na masi supstrata također ukazuje na metaboličku aktivnost gljive, uslijed koje dolazi do razgradnje lignoceluloznih sastavnica pivskog tropa, što se očituje kao gubitak na masi supstrata (Valášková i Baldrian, 2006.). Slika 1. prikazuje promjenu parametara boje uzoraka obojenog pivskog tropa dobivenog nakon biološke obrade pomoću *T. versicolor* TV8 u trajanju od 21 dan u odnosu na pripadajuću abiotičku kontrolu. Tijekom fermentacije na čvrstim nosačima došlo je do djelomičnog obezbojenja obo-

jenog pivskog tropa, što je potvrđeno, kako vizualno, tako i mjerenjem promjene parametara boje  $L^*$  (lightness, svjetlina),  $a^*$  (crveno vs. zeleno) i  $b^*$  (žuto vs. plavo) u odnosu na abiotičku kontrolu. Iz slike je vidljivo kako je nakon 21 dan fermentacije došlo do smanjenja parametra  $L^*$  u odnosu na abiotičku kontrolu podvrgnuta istim okolišnim uvjetima, što upućuje na zaključak kako je došlo do tamnjenja uzoraka tijekom fermentacije. Nadalje, parametar  $a^*$  u uzorcima obojenim metilenskim modrilom iz negativne vrijednosti zabilježene za abiotičku kontrolu prelazi u pozitivnu vrijednost za fermentirani uzorak, odnosno dolazi do promjene nijanse boje od zelenoplave prema crvenoj, što upućuje na zaključak kako je došlo do razgradnje plavog pigmenta metilenskog modrila u prisutnosti *T. versicolor* TV8. Promjene vrijednosti parametra  $a^*$  uzorka pivskog tropa obojenog kongo crvenilom u odnosu na abiotičku kontrolu upućuju na zaključak kako dolazi do promjene nijanse boje od crvene prema plavim nijansama. Parametar boje  $b^*$  također opisuje promjenu nijanse od žute prema plavoj u uzorcima obojenim metilenskim modrilom, pri čemu je abiotička kontrola u odnosu na uzorak više plava, što također upućuje na razgradnju boje u fermentiranom uzorku.



**Slika 1.** Promjene parametara boje uzorka obojenog pivskog tropa (A - metilensko modriilo, B - kongo crvenilo) biološki obrađenog pomoću gljive *Trametes versicolor* TV8 u odnosu na pripadajuću abiotičku kontrolu.

## Zaključak

Dobiveni rezultati upućuju na biotehnoški potencijal gljive *T. versicolor* TV8 za primjenu u procesima biološke obrade obojenih lignoceluloznih materijala, odnosno biorazgradnje sintetskih bojila u uvjetima uzgoja na čvrstim neinertnim nosačima.

## Literatura

- Crini, G. (2006): Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: A review. *Bioresource Technology*, 97, 1061-1085.
- Ejder-Korucu, M., Gürses, A., Doğar, Ç., Sharma, S.K., Açıkyıldız, M. (2015): Removal of Organic Dyes from Industrial Effluents: An Overview of Physical and Biotechnological Applications. U: *Green Chemistry for Dyes Removal from Wastewater*, Scrivener Publishing, USA.
- Kiiskinen, L.L., Rättö, M., Kruus, K. (2004): Screening for Novel Laccase-Producing Microbes. *Journal of Applied Microbiology*, 97, 640-646.
- Levasseur, A., Saloheimo, M., Navarro, D., Andberg, M., Pontarotti, P., Kruus, K., Record, E. (2010): Exploring Laccase-Like Multicopper Oxidase Genes from the Ascomycete *Trichoderma reesei*: a Functional, Phylogenetic and Evolutionary Study. *BMC Biochemistry*, 11, 32.

5. Novotny, Č., Svobodova, K., Erbanova, P., Cajthaml, T., Kasinath, A., Aparna, K., Lang, E., Sasek, V. (2004): Lignolytic Fungi in Bioremediation: Extracellular Enzyme Production and Degradation Rate. *Soil Biology and Biochemistry*, 36, 1545-1551.
6. Pointing, S.B. (1999): Qualitative Methods for the Determination of Lignocellulolytic Enzyme Production by Tropical Fungi. *Fungal Diversity*, 2, 17-33.
7. Santos, G.C., Corso, C.R. (2014): Comparative Analysis of Azo Dye Biodegradation by *Aspergillus oryzae* and *Phanerochaete chrysosporium*. *Water, Air, & Soil Pollution*, 225, 2026-2036.
8. Sundman, V., Nase, L. (1971): A Simple Plate Test for Direct Visualization of Biological Lignin Degradation. *Paper and Timber*, 2, 67-71.
9. Tekere, M., Mswaka, A.Y., Zvauya, R., Read, J.S. (2001): Growth, Dye Degradation and Lignolytic Activity Studies on Zimbabwean White Rot Fungi. *Enzyme and Microbial Technology*, 28, 420-426.
10. Valášková, V., Baldrian, P. (2006): Degradation of Cellulose and Hemicelluloses by the Brown Rot Fungus *Piptoporus betulinus* - Production of Extracellular Enzymes and Characterization of the Major Cellulases. *Microbiology*, 152, 3613-3622.

## Biological treatment of methylene blue and congo red-dyed brewers' spent grain using white rot fungus *Trametes versicolor*

### Abstract

Biological treatment of lignocellulosic waste material - brewers' spent grain (BSG) dyed by synthetic dyes methylene blue and congo red was investigated using white rot fungus *Trametes versicolor* TV8 under solid state conditions. *T. versicolor* TV8 grew well on dye-loaded BSG, which was confirmed visually by white mycelial growth. Furthermore, the increase of substrate moisture and protein content, as well as substrate mass loss after 21 days of cultivation, compared to abiotic control, was also noted. The comparison of determined color parameters at the end of cultivation revealed changes of color parameters of dye-loaded BSG samples compared to their abiotic controls, which suggests biodegradation of dyes by *T. versicolor* TV8. The results obtained in this study indicate the biotechnological potential of *T. versicolor* TV8 for biological treatment of dyed lignocellulosic substrates and biodegradation of synthetic dyes under solid-state conditions.

**Key words:** *Trametes versicolor*, brewers' spent grain, methylene blue, congo red, biological treatment

## Određivanje mikotoksina u pivu vezanim sustavom tekućinska kromatografija-tandemska masena spektrometrija (LC-MS/MS)

Ana-Marija Zorčec, Sonja Pejić, Natalija Velić, Kristina Mastanjević,  
Vinko Krstanović, Bojan Šarkanj

*Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku,  
F. Kuhača 20, Osijek, Croatia, e-mail: bojan.sarkanj@ptfos.hr*

### Sažetak

Plijesni su dio prirodne mikoflore žitarica zbog čega su gotovo sve žitarice kontaminirane mikotoksini. Zbog štetnog utjecaja mikotoksina na zdravlje čovjeka oni su zakonski regulirani u žitaricama, ali ne i u svim proizvodima od žitarica. Pivo se najčešće proizvodi od slađenog ječma, a polarni mikotoksini prisutni u sladu lako prelaze u pivo. Cilj ovog istraživanja bila je analiza trihotecena A i B skupine (nivalenol, deoksinivalenol, 3-acetildeoksinivalenol, diacetoksiscirpenol, fuzarenon X, T-2 Toksin, HT-2 toksin) te zearalenona pomoću LC-MS/MS u uzorcima hrvatskih piva. Ukupno je analizirano 30 različitih komercijalno dostupnih piva (15 iz industrijskih i 15 iz zanatskih pivovara) te je provedena procjena rizika. Iako ne postoji službena legislativa za trihotecene i zearalenon u pivu, svi ispitani uzorci bili su zdravstveno ispravni, odnosno koncentracije ispitivanih trihotecena i zearalenona bile su manje od 50 µg l<sup>-1</sup>. Zbog ovisnosti pojavnosti mikotoksina o vremenskim uvjetima, moguća su odstupanja od godine do godine zbog čega je preporučeno provoditi redoviti godišnji monitoring te bi bilo poželjno da se u legislativi dodatno reguliraju mikotoksini u pivu.

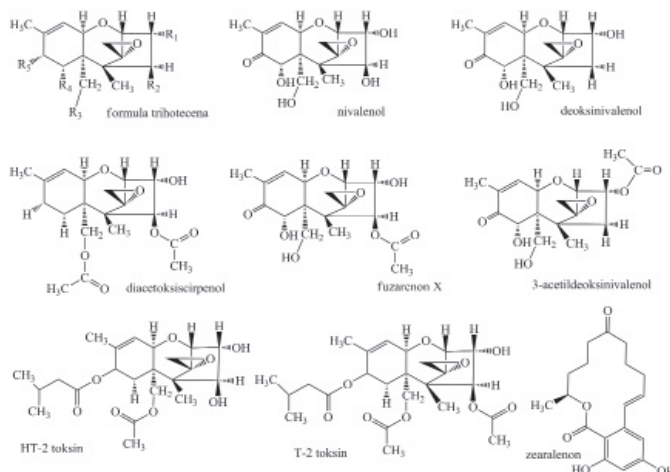
**Ključne riječi:** mikotoksini, LC-MS/MS, pivo, Fusarium

### Uvod

Mikotoksini su skupina toksičnih sekundarnih metabolita filamentoznih gljiva (plijesni) koje koloniziraju biljke u polju i tijekom skladištenja. Kontaminacija piva mikotoksini najčešće je posljedica proliferacije plijesni prisutnih na sirovinama za proizvodnju slada (ječam, pšenica, raž) te na neslađenim sirovinama koje se koriste u proizvodnji piva, kao što je kukuruz (Kłosovski i sur., 2010.). Navedene plijesni najčešće pripadaju rodovima Fusarium, Aspergillus i Penicillium, pri čemu najveće probleme u sladarstvu i pivarstvu predstavljaju plijesni roda Fusarium (Papadopoulou i sur., 1999.). Mikotoksini koji najčešće kontaminiraju žitarice uključuju aflatoksine, ohratoksin A, patulin, trihotecene, zearalenon i fumonizine. Tijekom procesa proizvodnje piva koncentracija mikotoksina se uglavnom smanjuje, ali vodotopljivi i termostabilni mikotoksini kao npr. deoksinivalenol (DON) i ostali trihoteceni grupe B te zearalenon (Slika 1.) ostaju stabilni tijekom procesa proizvodnje piva i zaostaju u pivu (Trucksess i sur., 2001.). Najvažniji mikotoksini koji se pojavljuju u pivu su trihoteceni B skupine, poglavito DON i njegovi metaboliti (Lancova i sur., 2008.) koje sintetiziraju plijesni roda Fusarium, te ohratoksin A, zearalenon i fumonizini B1 i B2 (Kostelanska i sur., 2009., Kuzdralinski i sur., 2013., Piacentini i sur., 2015., Benešová i sur., 2012.). Za identifikaciju i kvantifikaciju mikotoksina u kompleksnim matriksima poput piva, kao i za utvrđivanje dozvoljenih koncentracija i donošenje odgovarajuće zakonske regulative, neophodan je razvoj učinko-



vitih i pouzdanih analitičkih metoda. U posljednjih 20-ak godina razvijeno je i intenzivno proučavano više metoda za analizu pojedinačnih mikotoksina ili skupina mikotoksina u hrani i krmivu, koje su se uglavnom temeljile na primjeni visokoučinkovite tekućinske kromatografije (HPLC). Ipak, metode koje omogućuju određivanje više mikotoksina istovremeno od posebnog su značaja, zbog činjenice kako se određeni mikotoksini učestalo pojavljuju zajedno u jednom proizvodu (De Girolamo i sur., 2016.). U tom kontekstu važna je primjena vezanih tehnika tekućinska kromatografija-masena spektrometrija. Tekućinska kromatografija-tandemska masena spektrometrija (LC-MS/MS) je analitička tehnika koja povezuje tekućinsku kromatografiju s masenim spektrometrom kao detektorom. Ona mjeri odnos masa/naboj odgovarajućeg analita te se u današnje vrijeme nameće kao izvrstan alat u analizi mikotoksina zbog svoje osjetljivosti, specifičnosti i preciznosti zbog čega se koristi kao potvrдна metoda za analitiku mikotoksina. Odluku je također fleksibilnost vezana uz istovremenu analizu različite grupe spojeva, široki spektar analiza te je relativno jeftina za rutinski rad (De Girolamo i sur., 2016.).



Slika 1. Kemijska struktura određivanih trihotecena i zearalenona

Cilj ovog rada bio je je korištenjem analitičke tehnike LC-MS/MS istovremeno odrediti više mikotoksina karakterističnih za pivo te usporediti njihovu pojavnost u komercijalnim pivima hrvatskih industrijskih i zanatskih pivovara.

## Materijali i metode

Priprema uzoraka piva. Za istraživanje je prikupljeno 30 odabranih komercijalno dostupnih vrsta piva od čega 15 uzoraka proizvedenih u industrijskim pivovarama te 15 uzoraka proizvedenih u zanatskim pivovarama. Pregled i opis uzoraka piva prikazan je u Tablici 1. Kako bi se dobio reprezentativni uzorak, sadržaj triju boca od svakog uzorka je izmiješan i homogeniziran. Potom su uzorci dekarbonizirani u struji dušika te su odmah potom preneseni su plastične epruvete od 50 ml i zamrznuti do provođenja analiza mikotoksina nivalenola, deoksinivalenola, diacetoksiscirpenola, fuzarenona X, 3-acetildeoksinivalenola, HT-2 toksina, T-2 toksina, te zearalenona (Slika 1.).

Analiza mikotoksina. Dekarbonizirani uzorci piva pripremljeni su na način da je 15 ml uzorka miješano u laboratorijskom mikseru s 15 ml acetonitrila tijekom 3 minute. Nakon toga, 15 ml dobivenog filtrata pročišćeno je na SPE koloni (AflaZon 226+, Romer Labs, Tulln, Austrija). 6 ml eluata podvrgnuto je otparavanju na termobloku (Labnet, AccuBlock, USA) na 50 °C u struji dušika analitičke čistoće (5.0) (Messer, Hrvatska), a dobiveni talog je rekonstituiran s 400 µl mobilne faze A (vodena otopina mravljne

kiseline koncentracije 10 mmol<sup>-1</sup>) : B (metanolna otopina mravlje kiseline koncentracije 10 mmol<sup>-1</sup>) u omjeru 50:50). Nakon rekonstitucije uzorak je analiziran na LC-MS/MS uređaju.

LC-MS/MS sustav se sastojao od Perkin Elmer Series 2000 binarne pumpe s autosamplerom, kolonskom pećnicom (45° C), vakuum rasplinjačem i masenog spektrometra API 2000 Triple-quadrupole MS (Applied Biosystems/MDS SCIEX) opremljenog Analyst version 1.4.2 softverom. Limiti kvantifikacije su se za analizirane mikotoksine kretali od 25 – 50 µg<sup>-1</sup>, a iskorištenja od 80 – 110%, što je u skladu s preporukama za analitiku mikotoksina (EC 401/2006).

**Tablica 1.** Karakteristike i količine ispitivanih mikotoksina ispitivanih uzoraka piva

Pivovara	Vrsta piva	Sirovine	Opis uzorka	Volumni udjel alkohola /%	Udjel ekstrakta /%	pH	Suma trihotecena i zearalenona
Industrijsko	Svijetlo	Slad, hmelj	F*, P**	4,8	11,5	4,43	<LOD
Industrijsko	Svijetlo	Slad, hmelj	F, P	6,3	15	4,54	<LOD
Industrijska	Svijetlo	Slad, hmelj, kukuruzna krupica	F, P	4	9,8	4,10	<LOD
Industrijsko	Svijetlo	Slad, hmelj	F, P	4,5	11,8	4,21	<LOD
Industrijsko	Svijetlo	Slad, hmelj	F, P	4,7	11,8	4,27	<LOD
Industrijsko	Svijetlo	Slad, hmelj	F, P	5,2	11	4,13	<LOD
Industrijsko	Svijetlo	Slad, hmelj	F, P	5	11,6	4,23	<LOD
Industrijsko	Svijetlo	Slad, hmelj	F, P	4,8	11	4,14	<LOD
Industrijsko	Svijetlo	Slad, hmelj	F, P	5	11,4	4,21	<LOD
Industrijsko	Svijetlo, pšenično	Slad, hmelj	F, P	5,4	11,6	4,20	<LOD
Industrijsko	Crveno	Slad, hmelj	F, P	4,8	11,8	4,21	<LOD
Industrijsko	Crno	Slad, hmelj	F, P	5	11,8	4,28	<LOD
Industrijsko	Crno	Slad, hmelj	F, P	7,3	17,75	4,33	<LOD
Industrijsko	Crno	Slad, hmelj	F, P	6	14,5	4,31	<LOD
Industrijsko	Crno	Slad, hmelj	F, P	5,5	12,5	4,28	<LOD
Zanatsko	Svijetlo	Slad, hmelj	NF, P	3,8	12	4,52	<LOD
Zanatsko	Svijetlo	Slad, hmelj	F, NP	5,3	-	4,41	<LOD
Zanatsko	Svijetlo	Slad, hmelj	F	5,5	-	4,42	<LOD
Zanatsko	Svijetlo	Slad, hmelj, kukuruzna krupica	F	5	11,4	4,24	<LOD
Zanatsko	Svijetlo	Slad, hmelj	NF, NP	5	11,9	4,17	<LOD
Zanatsko	Svijetlo	Slad, hmelj	F, NP	4,5	12	4,15	<LOD
Zanatsko	Svijetlo	Slad, hmelj	F	5,1	-	4,20	<LOD
Zanatsko	Svijetlo	Slad, hmelj	NF, P	3,8	3,9	-	<LOD
Zanatsko	Pšenično	Slad, hmelj, pšenica	NF, P	4,6	13	4,19	<LOD
Zanatsko	Crveno	Slad, hmelj	NF, NP	5	11,9	4,20	<LOD
Zanatsko	Tamno	Slad, hmelj	NF, NP	5	11,9	4,30	<LOD
Zanatsko	Tamno	Slad, hmelj	F, NP	6,5	-	4,39	<LOD
Zanatsko	Tamno	Slad, hmelj	F	6	-	4,31	<LOD
Zanatsko	Tamno, jako	Slad, hmelj	NF, P	7,5	15	4,25	<LOD
Zanatsko	Crno	Slad, hmelj	NF, P	4	13	4,38	<LOD

\*F/NF-Filtrirano/nefiltrirano, \*\*P/NP-pasterizirano/nepasterizirano

## Rezultati i rasprava

Prilikom uzorkovanja piva vodilo se računa o roku trajanja te su uzorci svih piva pripremljeni i zamrznuti za potrebe provođenja analiza mikotoksina najmanje 2 mjeseca prije isteka roka trajanja. Piva su podijeljena u dvije skupine s obzirom na način proizvodnje: industrijska i zanatska (eng. craft) piva. Osnovne karakteristike analiziranih uzoraka piva prikazane u Tablici 1. te se nalaze na deklaraciji proizvoda ili su dobivene direktno od proizvođača, osim pH uzorka koji je određen. Najčešće korištene sirovine za proizvodnju analiziranih uzoraka uključivale su ječmeni (pšenični) slad i hmelj te u slučaju dva uzorka dodavana je i kukuruzna krupica kao neslađena sirovina. Udjel alkohola u ispitivanim pivima se kretao od 3,8 do 7,5%, pri čemu su oba ekstrema određena u uzorcima zanatskih piva. Prosječni udjel alkohola iznosio je 5,16% (tamna piva  $5,69 \pm 1,09\%$ ; svijetla piva  $4,86 \pm 0,60\%$ ). Udjel ekstrakta se kretao od 3,90% do 17,75%, iako podaci nisu potpuni, jer neki proizvođači zanatskih piva nisu na deklaraciji naveli podatak o udjelu ekstrakta. Kod tamnih piva on je nešto viši i iznosi  $13,06 \pm 2,42\%$ , a kod svijetlih on je  $11,63 \pm 2,28\%$ , što je u skladu i s literaturom. pH kretao se od 4,10 do 4,54, što odgovara uobičajenom rasponu pH piva. Tamna piva imala su nešto niži pH ( $4,22 \pm 0,09$ ), a svijetla neznatno viši ( $4,31 \pm 0,11$ ). Precizna analitika mikotoksina u pivu danas je gotovo nezamisliva bez upotrebe LC-MS/MS-a. Prilikom validacije metoda obavezno se mora ispitati utjecaj matriksa različitih vrsta piva na analizu što su Malachová i sur. (2012.), te Varga i sur. (2013.) dokazali u svojim istraživanjima. Rezultati istovremenog određivanja više različitih mikotoksina u analiziranim pivima, provedeni ovim istraživanjem, pokazali su kako su svi određivani mikotoksini u svim ispitanim uzorcima piva bili ispod limita detekcije (Tablica 1), što je i u skladu s prethodnim istraživanjima na uzorcima hrvatskih piva (Varga i sur., 2013.). Usporedbom maksimalno dozvoljenih koncentracija mjenjenih mikotoksina u pivu, svi analizirani uzorci piva bili su sigurni za potrošnju te nisu predstavljali rizik za potrošače. Razlog takvih dobivenih rezultata vjerojatno se može objasniti povoljnim vremenskim uvjetima tijekom uzgoja sladarskih sirovina u 2016 godini kad su u lipnju i srpnju prevladavali sušni uvjeti, zbog čega na polju nije došlo do razvoja *Fusarium* plijesni. Također, proces slađenja je ispravno vođen zbog čega nije došlo do naknadne kontaminacije mikotoksinima, te je dobiven proizvod koji je siguran za konzumaciju (Mastanjević i sur., 2018.).

## Zaključak

U komercijalno dostupnim hrvatskim pivima industrijskih i zanatskih pivovara, analiziranim LC-MS/MS tehnikom, nisu pronađeni trihoteceni i zearalenon. Takvo pivo je sigurno za konzumaciju, te ne predstavlja rizik za potrošače. Zbog godišnjih razlika u kontaminaciji žitarica, važno je provoditi redoviti godišnji monitoring mikotoksina u pivu te procjenu rizika za potrošače.

## Literatura

1. Benešová, K., Běláková, S., Mikulíková, R., Svoboda, Z. (2012): Monitoring of selected aflatoxins in brewing materials and beer by liquid chromatography/mass spectrometry. *Food Control*, 25(2), 626–630.
2. De Girolamo, A., Ciasca, B., Stroka, J., Bratinova, S., Pascale, M., Visconti, A., Lattanzio V.M.T. (2017): Performance evaluation of LC-MS/MS methods for multi-mycotoxin determination in maize and wheat by means of international Proficiency Testing. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 86, 222–34.
3. EC 401/2006: Uredba Komisije (EZ) br. 401/2006 o utvrđivanju metoda uzorkovanja i analize za službenu kontrolu razina mikotoksina u hrani.

4. Kłosovski, G., Mikulski D., Grajewski J., Błajet-Kosicka, A. (2010): The influence of the raw material contamination with mycotoxins on alcoholic fermentation indicators. *Bioresource Technology*, 101, 3147-3152.
5. Kostelanska, M., Hajslova, J., Zachariasova, M., Malachova, A., Kalachova, K., Poustka, J., Fiala, J., Scott, P. M., Berthiller, F., Krska, R. (2009): Occurrence of deoxynivalenol and its major conjugate, deoxynivalenol-3-glucoside, in beer and some brewing intermediates. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 57, 3187-3194.
6. Kuzdraliński, A., Solarska, E., Muszyńska, M. (2013): Deoxynivalenol and zearalenone occurrence in beers analysed by an enzyme-linked immunosorbent assay method. *Food Control*, 29, 22-24.
7. Lancova, K., Hajslova, J., Poustka, J., Krplova, A., Zaacharisova, 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 and Contaminants*, 25, 732-744.
8. Malachova, A., Varga, E., Schwartz, H., Krska, R., Berthiller, F. (2012): Development, validation and application of an LC-MS/MS based method for the determination of deoxynivalenol and its conjugates in different types of beer. *World Mycotoxin Journal* 5(3): 261–270.
9. 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.
10. Papandoupolou, A., Wheaton, L., Muller, R. (1999): The control of selected micro-organism during the malting process. *Journal of the Institute of Brewing*, 106, 179-188.
11. Piacentini, K. C., Savi, G. D., Olivo, G., Scussel, V. M. (2015): Quality and occurrence of deoxynivalenol and fumonisins in craft beer. *Food Control*, 50, 925-929.
12. Trucksess M. W. ed. (2001): *Mycotoxin protocols*, str. 97-113. Humana Press Inc., New Jersey, USA.
13. Varga, E., Malachová, 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, 137-146.

## Determination of mycotoxin in beer by liquid chromatography tandem mass spectrometry (LC-MS/MS)

### Abstract

The moulds are part of the natural cereal mycoflora, and this is the reason why almost all grains are contaminated with mycotoxins. Due to the adverse effects of mycotoxins on human health, they are regulated in cereals, but not in all cereal products. Beer is mostly produced from barley malt, and polar mycotoxins present in malt can easily be transferred to beer. The aim of this study was to analyze the trichothecenes A and B group (nivalenol, deoxynivalenol, 3-acetyldeoxynivalenol, diacetoxyscirpenol, fusarenon X, T-2 toxin, HT-2 toxin) and zearalenone in Croatian beer samples by using LC-MS/MS. In total, 30 different commercially available beers (15 industrial and 15 craft) were analyzed and a risk assessment was performed. Although there is no official legislation on trichothecenes and zearalenone in beer, all the samples tested were safe for human consumption with concentrations of the trichothecenes and zearalenone <50 µg/l. Due to the mycotoxin occurrence dependence on weather conditions, there are expected deviations from year to year, and this requires a regular annual monitoring, and it is suggested to regulate mycotoxins in beer.

**Key words:** mycotoxins, LC-MS/MS, beer, *Fusarium*

## Influence of different nutrient media on the growth and development of phytopathogenic fungi isolates

Renata Iličić<sup>1</sup>, Slobodan Vlajić<sup>2</sup>, Tatjana Popović<sup>3</sup>,  
Jelica Gvozdanović-Varga<sup>2</sup>, Vladislav Ognjanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30,  
21000 Novi Sad, Serbia, e-mail: svlajic89@gmail.com

<sup>3</sup>Institute for Plant Protection and Environment, Teodora Dražera 9, 11040 Belgrade, Serbia

### Abstract

The growth, development, mycelia color, colony edges, and presence of fruiting bodies of fungal isolates originating from different hosts were examined on five different media and compared. The findings revealed that colony characters were influenced by the culture medium type. Potato dextrose agar, as the most commonly used medium, was the most suitable for *Phomopsis/Diaporthe* spp. (soybean), *Phomopsis* spp. (apple and apricot), *Cytospora* spp. (sweet cherry), *Nectria* spp. (sweet cherry), *M. laxa* (apricot) and *S. sclerotiorum* (sunflower) mycelia initial growth and development. Media V8 and AJA appeared to be more suited for *F. graminearum* (wheat), *F. oxysporum* (onion), *A. solani* (tomato) and *Nectria* spp. (apricot), while MEA and V8 promoted *Phomopsis* spp. (sweet cherry) and *Pythium* spp. (pepper) initial growth. The highest number of fruiting bodies of *Phomopsis* spp. isolates was found on MEA, while PDA and V8 were preferable for *Cytospora* spp., *Nectria* spp. and *S. sclerotiorum* isolates.

**Key words:** fungi, nutrient media, colony characteristics

### Introduction

Phytopathogenic fungi constitute the largest number of plant pathogens and are responsible for a wide range of plant diseases that may reduce yield and quality of field crops, vegetables, ornamental plants and fruit. More significant yield losses arise from fungi than bacteria or viruses. Intensive plant production is accompanied by frequent pathogen occurrence and development. Adequate and timely use of chemicals is posited as the only means of effective pathogen control. Yet, despite intensive efforts to develop and introduce new fungicides and resistant plant varieties, losses due to fungal diseases persist, and are particularly pronounced in the agricultural sector (Vadlapudi and Chandrasekhar Naidu, 2011). Some fungi are obligate parasites, but most are saprophytic and can survive in the soil, water or air (Capote et al., 2012). In laboratory conditions, fungi are isolated on specific culture media, which differentially influence growth, sporulation and colony characters (Maharshi and Thaker, 2012), all of which affect fungal dissemination and propagation (Kirk et al., 2008). Fungal isolates can be differentiated by morphological characteristics, host range and pathogenic aggressiveness (Capote et al., 2012). According to Jung et al. (2013), isolation of fungal pathogens from infected plants, air and soil is important for many

research areas, including population genetics, disease diagnostic and forecasting. Fungal spores are specialized cells that function as resting or dispersal propagules (Kirk et al., 2008).

However, numerous isolates fail to sporulate on commonly used media (Su et al., 2012), which complicates their identification. In the present study, the growth, development, mycelia color, colony edges, and presence of fruiting bodies of 14 fungal isolates originating from different hosts were examined on five different nutrient media.

### Material and Methods

Pathogen isolation and isolates used in the testing. Isolation of pathogens from diseased samples originating from different plant species was carried out by the method described by Delibašić and Babović (2006). Samples were surface sterilized, washed in sterile distilled water and dried. Fragments between diseased and healthy tissue were placed in Petri dishes with potato dextrose agar (PDA) and incubated at  $25 \pm 2$  °C for 5–7 days. Pathogen identification macroscopic (mycelia color, colony edges, presence of fruiting bodies) and microscopic (conidia, pycnospores, chlamyospores) examinations, 7–14 days after colony development.

Seven-day-old cultures from the following fungal isolates were used: *Phomopsis/Diaporthes* spp. – causing pod and stem blight in soybean; *Phomopsis* spp. – causing canker and dieback in apple, sweet cherry and apricot trees; *Cytospora* spp. – causing canker in sweet and sour cherry; *Nectria* spp. – causing twig blight in sweet cherry and apricot; *Monilia laxa* – causing brown rot in apricot; *Sclerotinia sclerotiorum* – causing wilt in sunflower, *Alternaria solani* – causing fruit rot in tomato, *Fusarium graminearum* – causing head blight in wheat, *F. oxysporum* – causing wilt in onion, *Pythium* spp. – causing damping-off in pepper.

Culture media. Five different nutrient media: PDA (potato dextrose agar, comprising of 4 g of potato extract, 20 g of dextrose, and 20 g agar, dissolved in 1000 ml of distilled water), WA (water agar, containing 20 g of agar dissolved in 1000 ml of distilled water), MEA (malt agar, containing 20 g and 15 g of malt extract and agar, respectively, dissolved in 1000 ml of distilled water), V8 (juice agar: V8 Juice 200 ml, CaCO<sub>3</sub> 3 g, agar 15 g, distilled water 800 ml), and AJA (apple juice agar: apple juice 200 ml, CaCO<sub>3</sub> 3 g, agar 15 g, distilled water 800 ml), which were prepared, autoclaved and buffered to pH 7.0. In order to examine the effect of the nutrient media on the growth and development of the aforementioned isolates, mycelia of every isolate, 5 mm in diameter, were placed in the center of a particular medium in a Petri dish 90 mm in diameter in triplicates. On the fourth, seventh and tenth day of incubation at  $25 \pm 2$  °C, mycelial growth was measured and other characteristics were observed, namely radial growth rate, mycelia color, colony edge shape, and presence of fruiting bodies.

### Results and Discussion

The aim of the present study was to elucidate the effect of PDA, WA, MEA, V8 and AJA media on the growth of different fungal isolates. These nutrient media differently influenced growth, development, mycelia color, colony edges, and presence of fruiting bodies of fungi isolated from different hosts. Influence of culture media on the growth and sporulation of isolates is particularly important for precise identification. For this purpose, different selective media were developed. In general, on all media, normal growth was noted; however, the initial growth was slow on WA (Table 1). *Phomopsis/Diaporthes* spp. and *Phomopsis* spp. isolates originating from apple, sweet cherry and apricot mostly formed white colored mycelia with undulated colony edges, irrespective of the medium used. Presence of pycnidia was observed on PDA, V8 and MEA. The highest number of pycnidia for all *Phomopsis* isolates was found on MEA. According to Arsenijević (2005), the development of *Phomopsis* isolates from raspberry is affected by nutrient availability.

Phomopsis/Diaporthe spp. exhibited very fast initial growth on PDA and AJA, while PDA was favored for apricot, MEA and V8 for sweet cherry, and PDA and V8 for apple.

Cytospora spp. (sour and sweet cherry - Figure 1) formed light brown, dark brown and brown mycelia with conspicuous undulated edges on MEA, PDA and WA. The greatest pycnidia formation was observed on PDA and V8, whereas the initial growth was very fast on PDA for both isolates.

**Table 1.** Growth and development of tested isolates on different nutrient media (average values)

Medium	PDA			WA			MEA			V8			AJA		
	4	7	10	4	7	10	4	7	10	4	7	10	4	7	10
Isolate	Mycelia diameter (mm)														
Phomopsis spp. sweet cherry	28	45	90	15	20	35	35	65	90	32	70	90	20	70	90
Phomopsis spp. apricot	90	90	90	25	50	90	34	90	90	35	80	90	40	90	90
Phomopsis/Diaporthe spp. soybean	90	90	90	40	75	90	60	75	90	40	90	90	80	90	90
Phomopsis spp. apple	45	90	90	22	45	80	35	50	70	45	90	90	35	90	90
Cytospora spp. sour cherry	80	70	90	10	25	30	30	55	90	40	60	90	20	40	90
Cytospora spp. sweet cherry	80	90	90	20	25	55	50	75	90	45	80	90	25	47	90
Nectria spp. apricot	25	65	80	17	20	80	24	35	90	38	65	90	43	60	90
Nectria spp. sweet cherry	51	90	90	10	30	40	30	70	90	40	90	90	40	90	90
Monilia laxa apricot	36	60	90	15	30	46	20	25	35	25	45	90	25	45	90
S. sclerotiorum sunflower	90	90	90	10	40	75	70	90	90	55	90	90	30	45	90
A. solani tomato	20	30	62	11	60	90	25	50	90	37	90	90	38	90	90
F. graminearum wheat	30	57	90	10	14	20	20	19	40	90	90	90	65	90	90
F. oxysporum onion	48	90	90	7	50	90	47	90	90	50	90	90	55	90	90
Pythium spp. pepper	42	80	90	10	40	90	48	80	90	50	80	90	40	90	90

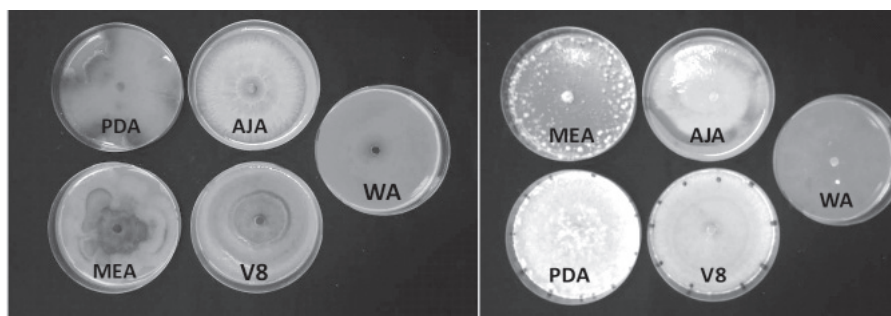
Popović and Balaž (2004) investigated effects of different nutrient media, pH values and temperatures on the growth and fructification of *C. rubescens*, obtained from diseased peach branches. Authors concluded that MEA and PDA were the preferred media for mycelial growth and pathogen fructification, respectively, which is in accordance with our results. Aerial mycelia of *Nectria* spp. isolates were red orange, pale red or dark brown orange, depending on culture media. Red sporodochia formed on PDA and V8, but only for apricot isolates, for which V8 and AJA induced the fastest initial growth.

In the case of sweet cherry isolates, sporodochia were found only on PDA, and the isolates exhibited the fastest growth on this medium, as well as on V8 and AJA.

Mycelia color of *M. laxa* ranged from pale white (WA), cream white (V8, MEA), light to dark gray, to brown (PDA). On PDA, V8, as well as MEA (albeit to a lesser extent), colonies with rosette-patterned concentric rings of mycelium with lobbed margins were formed. On PDA, very fast initial growth of *M. laxa* was observed. On all media, *S. sclerotiorum* formed white cream to white mycelia. The most pronounced sclerotia formation was observed on PDA and V8. Sclerotia were also found on MEA, but in significantly lower numbers, while very few formed on WA (Figure 1). Mikić et al. (2014) found that nutrient media and temperature had a significant influence on *S. sclerotiorum* mycelium development and sclerotium formation. These authors also pointed out that mycelial growth was significantly higher on PDA, supporting our findings, as all investigated isolates had very fast initial growth on this medium. Brown red to pale brown

mycelia were observed for *A. solani*, with circular to undulated colony edges (depending on the medium), while V8 and AJA promoted fast initial growth. Koley and Mahapatra (2015) tested *A. solani* growth on 12 liquid and solid media, reporting that potato dextrose agar and oatmeal agar were the best solid media, while Richard's broth and Sabouraud's broth were the most suitable liquid media.

*Fusarium graminearum* mycelia color was cream red (AJA), red brown (PDA, MEA, WA) and red (V8). Although only V8 supported very fast initial growth, AJA was also very suitable for mycelial development. *F. oxysporum* and *Pythium* spp. isolates mostly formed white to pale white abundant mycelia with undulated colony edges, irrespective of the culture media. Very fast initial growth of *F. oxysporum* was noted on V8 and AJA. *Pythium* spp. also had very fast growth on V8 and MEA. Mujkanović (2015) studied 12 species of the genus *Fusarium*, concluding that PDA is the most suitable substrate for its development. More recently, Hase and Nasreen (2017) found that culture media differentially influenced the growth, sporulation and colony characters of *Rhizoctonia solani*, *Uromyces appendiculatus*, *Cercospora beticola*, *Aspergillus fumigatus*, *Alternaria alternata* and *A. helianthi* isolates. These authors concluded that PDA was the most suitable for heavy sporulation and abundant mycelial growth. In our research, PDA medium was also found to be particularly suitable for mycelial growth and development. Fungi that form pycnidia or other stromatic structures produced these structures mostly on PDA, but also on V8 and MEA. Although a wide range of diagnostic techniques can be presently used for detection and identification of fungal pathogens, description of morphological characteristics using classical methods cannot be avoided.



**Figure 1.** Colony characters on different nutrient media. Isolate: *Cytospora* spp. (left); *S. sclerotiorum* (right)

### Conclusion

The five examined culture media differentially influenced colony characters, initial growth and isolate development. On the tenth day, mycelia of the examined isolates completely covered the surface of V8 and AJA. The slowest growth was recorded on WA, with the exception of *Pythium* spp., *Phomopsis* spp. (apricot), *A. solani*, *Phomopsis/Diaporthe* spp. and *F. oxysporum*, which reached 90 mm in diameter on the tenth day. These findings indicate a great adaptability of fungi under different environmental conditions.

### Acknowledgments

This work was supported by Serbian Ministry of Education, Science and Technological Development, Projects No. TR31038 and TR31030.



## References

1. Arsenijević, M. (2005): Karakteristike sojeva *Phomopsis* sp. izolovanih iz izdanaka obolele maline. *Acta agriculturae Slovenica*, 107 -115.
2. Capote, N., Pastrana, A.M., Aguado, A., Sánchez-Torres, P. (2012). Molecular Tools for Detection of Plant Pathogenic Fungi and Fungicide Resistance. *Plant Pathology*, (Ed.) Dr. Christian Joseph Cumagun.
3. Delibašić, G., Babović, M. (2006): Opšta fitopatologija, Praktikum. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
4. Hase, V., Nasreen, S. (2017): Influence of different culture media on growth of plant pathogenic fungi. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 4: (1) 67-70.
5. Jung, B., Lee, S., Ha, J., Park, J.C., Sung-Sook, H., Ingyu, H., Yin-Won, L., Jungkwan, L. (2013): Development of a Selective Medium for the Fungal Pathogen *Fusarium graminearum* Using Toxoflavin Produced by the Bacterial Pathogen *Burkholderia glumae*. *The Plant Pathology Journal*, 29(4): 446–450.
6. Kirk, M.P., Cannon, P.F., Minter, D.W., Stalpers, J.A. (2008): *Dictionary of the fungi*. 10th Ed. Wallingford (CT): CABI.
7. Koley, S., Mahapatra, S.S. (2015): Evaluation of Culture Media for Growth Characteristics of *Alternaria solani*, Causing Early Blight of Tomato. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, S1: 005.
8. Maharshi, R.A., Thaker, V.S. (2012): Growth and Development of Plant Pathogenic Fungi in Define Media *European Journal of Experimental Biology*, 2 (1):44-54.
9. Mikić, I., Radan, Z., Ćosić, J., Vrandečić, K. (2014): The influence of nutrition media and temperature on *Sclerotinia sclerotiorum* development. *Poljoprivreda*, 20:(2) 8-11.
10. Mujkanović, T. (2015): Influence of nutrition media and temperature on *Fusarium* species. Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agriculture, Graduate thesis.
11. Popović, T., Balaž, J. (2004): Cultural characteristics of *Leucostoma cincta* isolates obtained from diseased peach branches. *Plant Protection*, 55 (1-4): 49-64.
12. Su, Y.Y., Qi, Y.L., Cai, L. (2012): Induction of sporulation in plant pathogenic fungi. *Mycology*, 3:(3)195-200.
13. Vadlapudi, V., Chandrasekhar Naidu, K. (2011): Fungal pathogenicity of plants: Molecular approach. *European Journal of Experimental Biology*, 1 (1): 38-42.

## Utjecaj različitih hranjivih podloga na rast i razvoj izolata fitopatogenih gljiva

### Sažetak

Rast, razvoj, boja micelija, rubovi kolonije, prisustvo plodonosnih tijela izolata gljiva porijeklom sa različitih domaćina su istraženi na pet različitih podloga i uspoređeni. Tip hranjive podloge različito je utjecao na karakteristike kolonija. Najčešće korištena podloga Krumpir-Dekstrozni agar je bio najpogodniji za početni rast i razvoj micelija izolata *Phomopsis*/*Diaporthe* spp. (soja), *Phomopsis* spp. (jabuka, kajsija), *Cytospora* spp. (trešnja), *Nectria* spp. (trešnja), *M. laxa* (kajsija) i *S. sclerotiorum* (suncokret). Podloge V8 i AJA su bile pogodnije za *F. graminearum* (pšenica), *F. oxysporum* (luk), *A. solani* (rajčica) i *Nectria* spp. (kajsija), dok su se za početni rast izolata *Phomopsis* spp. (trešnja) i *Pythium* spp. (paprika) bolja pokazale podloge MEA i V8. Najveći broj plodonosnih tijela u slučaju svih izolata *Phomopsis* spp. je utvrđen na MEA, dok je u slučaju *Cytospora* spp., *Nectria* spp. i *S. sclerotiorum* bio na PDA i V8.

**Ključne riječi:** gljive, hranjive podloge, karakteristike kolonija

## Zlatna riža između neispunjenih nada i neopravdanih strahova

Ivica Kelam<sup>1</sup>, Drago Kraljević<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centar za integrativnu bioetiku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Cara Hadrijana 10, 31 000 Osijek, Hrvatska, (e-mail: kelamivica@gmail.com)

<sup>2</sup> Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31 000 Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Zlatna riža odigrala je ključnu ulogu argumenta o prednostima genetički modificiranih usjeva dugi niz godina te se rutinski opisuje kao genetički modificirana vitaminska tableta inkorporirana u ključnom usjevu globalnog juga. Cilj je rada kroz kratku analizu razvoja i kontroverzi koje okružuju genetički modificiranu zlatnu rižu, ukazati na temeljne razlike između pristaša i protivnika tehnologije genetičkog modificiranja. Slučaj zlatne riže poučan je primjer neispunjenih nada i neopravdanih strahova koji može biti poučan primjer za hrvatsku javnost, posebno imajući u vidu ponovno nekontrolirano širenje „teorija zavjere“ putem društvenih mreža o GMO-u u Hrvatskoj nakon izglasavanja izmjena Zakona o GMO-u u Hrvatskom saboru u veljači 2018.

**Ključne riječi:** biotehnološka industrija, zlatna riža, Greenpeace, teorije zavjere

### Uvod

Za razvoj i uspješnu implementaciju genetički modificiranih usjeva, jedan je od ključnih elemenata podrška javnosti. Budući da od samih početaka kontinuirano postoji otpor javnosti prema sjetvi genetički modificiranih usjeva, zlatna je riža osim svojih zdravstvenih svojstava, predstavljena i kao ogledni primjer dobrobiti i korisnosti tehnologije genetičkog modificiranja. Nevladine udruge na čelu s Greenpeaceom tvrde da zlatna riža nije rješenje problema nedostatka vitamina A, već sredstvo nametanja neželjene tehnologije sumnjičavoj javnosti. Saga oko zlatne riže traje već 18 godina, te se u tom razdoblju razmjenjuju teške optužbe od želje za korporativnom dominacijom do optužbi za holokaust. U radu ćemo kroz kratku analizu povijesti razvoja i kontroverzi oko zlatne riže ukazati na temeljni problem nepovjerenja s jedne strane i slijepe vjere s druge strane u moć tehnologije genetičkog modificiranja.

### Metodologija

Cilj je ovog rada dati svoj doprinos raspravi o GMO-u koja je ponovno aktualna, prvenstveno zbog izmjena Zakona o GMO koje su izglasane u Hrvatskom saboru u veljači 2018. U tu svrhu predstaviti će se analiza u slučaju zlatne riže. Na tome primjeru, uz navode komentara relevantnih autora, ukazuje se na kompleksnost i utjecaj formiranih stavova u raspravi oko GMO-a. Ujedno se na ovaj način želi dodatno upozoriti znanstvenu i širu zajednicu o mogućim etičkim, socijalnim i ekološkim posljedicama uvođenja tehnologije genetičkog modificiranja o čemu svjedoči primjer zlatne riže.

## Rezultati i rasprava

Dana 31. srpnja 2000. na naslovnici Time Magazina osvanuo je Ingo Potrykus, profesor sa švicarskog saveznog instituta za tehnologiju, ispod njega je bio naslov „Ova riža mogla bi spasiti milijun djece godišnje“ (Nash, 2000.). U članku se opisuje Potrykusovo stvaranje genetički modificirane riže obogaćene karotenom koja bi prema njegovim tvrdnjama mogla spasiti djecu u nerazvijenim zemljama svijeta od sljepoće i smrti. Projekt zlatna riža započeo je još 1980-ih godina. Dvanaest godina kasnije u kolovozu 2012., nevladina udruga Greenpeace alarmirala je javnost zbog studije objavljene u znanstvenom časopisu u kojoj se opisuje pokus s hranjenjem genetički modificiranom rižom 24 kineske djece u dobi od 6 do 8 godina (Greenpeace International, 2012.). Greenpeace je tvrdio da navedena studija, koju je podržalo Ministarstvo poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država, nije mogla biti provedena bez kršenja postulata znanstvene i medicinske etike. Predstavnik Greenpeace za istočnu Aziju u reagiranju na ovu vijest, izjavio je: „Nevjerojatno je uznemirujuće pomisliti da je američko istraživačko tijelo koristilo kinesku djecu kao zamorce za genetički modificiranu hranu, unatoč jasnoj direktivi protiv ovog eksperimenta koje su izdale kineske vlasti 2008. godine“ (Greenpeace International, 2012.). Kontroverzna studija na koju se referira Greenpeace je studija koja je procjenjivala učinkovitost bio konverzije  $\beta$ -karotena u vitamin A kod djece hranjene zlatnom rižom (Tang i sur., 2012.). Istraživanjem, objavljenom u American Journal of Clinical Nutrition u 2012., zaključilo se da je  $\beta$ -karoten u zlatnoj riži jednako učinkovit kao čisti  $\beta$ -karoten u ulju i bolji od onog u špinatu u zadovoljavanju potreba djece za vitaminom A (Tang i sur., 2012.). Promotori zlatne riže iskoristili su ovu studiju u medijske svrhe, neprestano ističući opravdanost što brže kultivacije zlatne riže na polju. No, nakon tri godine neočekivano je 29. srpnja 2015. izdavač povukao članak pri čemu je naveo etičke razloge za to (American Journal of Clinical Nutrition, 2015.). Prvo, autori nisu pružili dovoljno dokaza da je studiju odobrio lokalni odbor za etiku u Kini na način koji je u potpunosti u skladu s smjernicama Nacionalnog instituta za zdravstvo. Drugo, nisu mogli dokazati punu suglasnost roditelja djece uključenih u studiju putem dokumentarnih dokaza, budući da roditelji nisu uopće bili upoznati s činjenicom da će se njihova djeca hraniti zlatnom rižom. Nakon povlačenja studije, u lipnju 2016. skupina od 107 nobelovaca u otvorenom pismu javnosti optužuje protivnike GMO-a, u prvom redu Greenpeace za smrt milijuna djece i odraslih u siromašnim zemljama diljem svijeta (Dauenhauer, 2016.). Da bismo razumjeli važnost problema koji je proizašao izumom zlatne riže i kontroverzu koja se razvila, moramo prvo sagledati neke činjenice. Više od pola svjetske populacije jede rižu na dnevnoj osnovi budući da im je riža temelj svakodnevne prehrane. Riža je slab izvor mnogih esencijalnih mikro-elemenata i vitamina. U jugoistočnoj Aziji 70 % djece mlađe od 5 godina pati od nedostatka vitamina A, koji dovodi do povećane osjetljivosti na razna oboljenja i do problema s vidom, koja u težim slučajevima vodi prema sljepoći. Prema predviđanjima UNICEF-a povećanje unosa vitamina A kroz prehranu moglo bi spriječiti prijevremenu smrt između 1 i 2 milijuna djece u dobi od 1 do 4 godine (Guerinot, 2002.). Pobornici tvrde da nema alternative zlatnoj riži u borbi protiv nedostatka vitamina A, te optužuju vladine agencije i kritičare za ugrožavanje života milijuna djece. U optužbama se posebno ističe neukusni apel Adriana Dubocka koji je izračunao kako 50 000 djece oslijepi svaki mjesec zbog kašnjenja s dovođenjem zlatne riže na tržište (Castle i Ruse, 2002.). Drugi navode kako su vladine agencije i nevladine udruge sudionici holokausta usmjerenog protiv siromašne djece globalnoga Juga (Chassy, 2010.). Nadalje, kako bi se ubrzalo dovođenje zlatne riže na tržište i smanjili troškovi razvoja, pobornici zahtijevaju opće smanjenje standarda za procjenu rizika kod genetički modificiranih biljki (Potrykus, 2010.). S druge strane kritičari zlatne riže poput nutricionistkinje Marion Nestle navode slijedeće: „Iako još nije komercijalno dostupna, danas se zlatnom rižom pobornici biotehnoške industrije naveliko koriste u uvjeravanju javnosti,

kako dobrobit genetski manipulirane hrane nadmašuje svaku opasnost za zdravlje, okoliš ili društvo. Ona u javnosti treba ojačati uvjerenje, prema kojem je biotehnologija ključ za rješenje svih problema povezanih s prehranom rastućeg stanovništva planete. No, imajući na umu osnovna načela prehrane, vjerojatnost da riža s povećanim sadržajem beta karotena može riješiti nedostatak vitamina A i time nastale zdravstvene probleme siromašnog stanovništva juga, naprosto ne postoji. Biološka dostupnost beta karotena iznimno je niska, samo 10 % ili manje. Da bi postao aktivan, beta karoten (provitamin A) mora se uz pomoć enzima u crijevnoj sluznici ili jetri podijeliti na dvije molekule vitamina A, beta karoten isto kao i vitamin A topiv je u mastima. Dakle, za usvajanje, probavu i prijenos beta karotena neophodan je funkcionalni probavni sustav, te odgovarajuća količina masti, bjelanjčevina i energije u hrani. Mnoga djeca sa simptomima nedostatka vitamina A pate i od općenite pothranjenosti, kao i od crijevnih zaraza koje onemogućavaju usvajanje beta karotena. Puno djelotvornije, cilj se može postići kombinacijom više mjera: dopunom i pojačanjem hranidbenih sastojaka, općenito poboljšanjem hranidbenih navika, te što je posebice važno poboljšanjem društveno-ekonomskog položaja stanovništva. Iz tih razloga dobrobit koju najavljuje biotehnologija ostaje samo teoretska mogućnost“ (Nestle, 2001.). Vandana Shiva tvrdi da zlatna riža nije rješenje za problem nedostatka vitamina A, budući da prva generacija zlatne riže proizvodi u sebi premalo vitamina A. Preporučena dnevna doza vitamina A za odraslog čovjeka iznosi 750 µg, a da bi je dobio, odrastao čovjek bi trebao prema izračunu Vandane Shive dnevno pojesti 2 272 kg suhe riže na dan, koja nakon kuhanja nabubri na nekoliko kilograma. Prema njenim riječima nije rješenje genetički modificirati rižu, već treba omogućiti ljudima raznoliku prehranu, budući da mnoge biljke koje rastu u tim dijelovima svijeta imaju puno veći postotak vitamina A u sebi. Žene u Bengalu koriste više od 200 vrsta različitih biljaka u svojoj prehrani. Više od 3 milijuna ljudi u Bangladešu zahvaljujući uzgoju povrća u svome vrtu bogatog vitaminom A riješilo se opasnosti od sljepoće i bolesti (Shiva, 2002.). Peter Rosset tvrdi da zlatna riža ne rješava problem nedostatka vitamina A: „Nedostatak vitamina A nije dobro opisati kao problem, već radije kao simptom. Ljudi ne doživljavaju nedostatak vitamina A zbog toga što riža sadrži premalo vitamina A ili beta karotena, već zbog toga što je njihova prehrana reducirana samo na rižu i gotovo ništa drugo“ (Rosset, 2006.). Spomenimo kako se prevalencija nedostatka vitamina A u nerazvijenim zemljama značajno smanjila tijekom vremena. Godine 1991. 39% djece u dobi od 6-59 mjeseci bolovalo je od nedostatka vitamina A u tim zemljama, da bi on pao na 29% u 2013. U istočnoj i jugoistočnoj Aziji i Oceaniji, primjetan je još drastičniji pad od 42% do 6%, a u Latinskoj Americi i Karibima s 21% na 11%. Međutim, u Južnoj Aziji i Subsaharskoj Africi, ona je i dalje ostala visoka, te se malo toga promijenilo u ovim regijama tijekom protekla dva desetljeća. Tako je primjerice, u 2013. prevalencija nedostatka vitamina A bila je 44% u Južnoj Aziji i 48% u Subsaharskoj Africi. Također, važno je napomenuti da se više od 95% smrti povezanih s nedostatkom vitamina A dogodilo u ove dvije regije (Stevens i sur., 2015.). S druge strane promotori zlatne riže opovrgavaju navode Vandane Shive, te ističu da nove generacije zlatne riže sadrži u sebi puno veću koncentraciju beta karotena, te bi prema izračunima, već svakodnevna konzumacija jedne zdjelice zlatne riže po osobi značajno doprinijela smanjenju nedostatka vitamina A (Paine i sur., 2005.). Unatoč povećanoj koncentraciji beta karotena u novim generacijama zlatne riže, treba istaknuti da nakon više od 25 godina istraživanja i milijuna dolara utrošenih u razvoj, zlatna riža nije još spremna za komercijalnu sjetvu, unatoč višegodišnjim pokusnim sjetvama provedenim od strane međunarodnog instituta za istraživanje riže s Filipina. Štoviše, pokusne sjetve na Filipinima pokazale su da zlatna riža ima manji prinos u odnosu na konvencionalne sorte (Robinson, 2014.). Nadalje, indijski istraživači u studiji objavljenoj 2017. tvrde da geni zlatne riže imaju neželjene učinke. Kada su unijeli gene zlatne riže u njihovu visoko rodnu i agronomski superiornu sortu indijske riže, ona je postala blijeda i zakržljala, cvjetanje je odgođeno a korijenje je abnormalno poraslo. Prinosi su bili tako

smanjeni da nije bila prikladna za uzgoj (Bollinedi i sur. 2017.). Poseban problem predstavlja mogući negativni utjecaj na okoliš kroz međusobnu oplodnju s divljom rižom. Studije potvrđuju da hibridi nastali međusobnom oplodnjom iskazuju neočekivane biološke karakteristike, poput boljih značajki u vegetativnom i reproduktivnom stadiju, duže stabljike, više izdanaka vlati i klasića po biljci (Lu i Yang, 2009.). Ovi učinci mogu prouzročiti nekontrolirano širenje ovih hibridnih biljaka u okolišu. Poboljšana sposobnost biljaka bila je neočekivana istraživačima, koji ove promjene ne mogu objasniti specifičnim promjenama unesenim u biljke uz pomoć genetičkog inženjeringa. To znači da imamo vrlo ograničenu sposobnost predviđanja potencijala proliferacije i bioloških značajki transgenske riže i njenih križanaca.

### Zaključci

Da bi se bolje razumjela rasprava o zlatnoj riži, ključno je razumjeti kompleksnost i više dimenzionalnost ove problematike, te multiperspektivno analizirati problem. Neki sudionici rasprave s obje strane mogu imati iskren interes za dobrobit čovječanstva dok drugi sudionici gledaju samo svoju političku ili ekonomsku korist. Također, u promicanju bilo koje potencijalne koristi od zlatne riže ne bi se smjela zanemariti realnost moguće nepovratne štete. Kritičari genetički modificiranih usjeva prepoznali su zlatnu rižu kao simbol GMO-a kojeg multinacionalne korporacije proizvode isključivo zbog profita. Međutim, to nije slučaj sa zlatnom rižom. Štoviše, čini se da se protivnici i zagovornici ne slažu oko uloge zlatne riže u smanjivanju nedostatka vitamina A. Pristaše ističu da zlatna riža nije zamjena za postojeće učinkovite načine borbe protiv nedostatka vitamina A, već samo njihova nadopuna kada je to moguće. Nadalje, u raspravi oko zlatne riže treba isključiti pretjerane emocije, prvenstveno izbjegavati emotivne ucjene i licitiranje brojem mrtve ili slijepe djece. Umjesto toga, u raspravu treba uvrstiti vjerodostojne studije o socijalnim i ekonomskim pitanjima, umjesto internetskih blogova i komentatora koji samo dodatno zaoštravaju raspravu. Možemo zaključiti da će prihvaćanje ili odbijanje zlatne riže u bliskoj budućnosti sigurno biti putokaz za smjer u kojem će se društvo uputiti u odnosu na hranu i tehnologiju genetičkog modificiranja.

### Literatura

1. American Journal of Clinical Nutrition (2015): Retraction of Tang G, Hu Y, Yin S-a, Wang Y, Dallal GE, Grusak MA, and Russell RM. b-Carotene in Golden Rice is as good as b-carotene in oil at providing vitamin A to children, American Journal of Clinical Nutrition. doi:10.3945/ajcn.114.093229
2. Bollinedi, H., Krishanan, G. S., Prabhu, K. V., Singh, N. K., Mishra, S., Singh, A. K. (2017): Molecular and Functional Characterization of GR2-R1 Event Based Backcross Derived Lines of Golden Rice in the Genetic Background of a Mega Rice Variety Swarna, PloS one, 12(1), e0169600. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169600>.
3. Castle, D., Ruse, M. (2002): Genetically Modified Foods, Prometheus Books, New York.
4. Chassy, B. M. (2010): Food safety risks and consumer health, New Biotechnology, 27 (5/2010), 534-544.
5. Dauenhauer, N. J. (2016): Protivnici GMO-a krivi su za smrt milijuna, <https://www.tportal.hr/vijesti/clanak/protivnici-gmo-a-krivi-su-za-smrt-milijuna-20160630>, datum pristupa 7. 3. 2018.
6. Greenpeace International (2012): Greenpeace alarmed at US-backed GMO experiments on children, <http://www.greenpeace.org/seasia/ph/press/releases/Greenpeace-alarmed-at-US-backed-GMO-experiments-on-children/>, datum pristupa 7. 3. 2018.
7. Guerinot, M. L. (2002): The Green Revolution Strikes Gold, David Castle, Michael Ruse, Genetically Modified Foods, Prometheus Books, New York.
8. Lu, B.-R., Yang C. (2009): Gene flow from genetically modified rice to its wild relatives: Assessing potential ecological consequences, Biotechnol Adv, 27 (6/2009), 1083-91.
9. Nash, J. M. (2000): This rice could save a million kids a year, TIME Magazine, 31. 7. 2000.

10. Nestle, M. (2001): Genetically Engineered „Golden Rice Unlikely to Overcome Vitamin A Deficiency, *Journal of the American Dietetic Association*, 101 (3/2001), 289-290.
11. Paine, J. A., Shipton, C. A., Chaggar, S., Howels, R. M., Kennedy, M. J., Vernon, G., Wright, S. Y., Hinchliffe, E., Adams, J. L., Silverstone, A. L., Drake, R. (2005): Improving the nutritional value of Golden Rice through increased pro-vitamin A content, *Nature Biotechnology*, 23, 482-487.
12. Potrykus, I. (2010): Regulation must be revolutionized, *Nature*, 466, 561.
13. Robinson, C. (2014): "Is IRRI trying to hide GM golden rice failure?", <http://www.gmwatch.org/en/news/latest-news/16503-is-irri-trying-to-hide-gm-golden-rice-failure-2>, datum pristupa 7. 3. 2018.
14. Rosset, P. (2006): Genetically Modified Crops for a Hungry World: How Useful are they Really?, *Tailoring Biotechnologies*, 2 (1/2006), 79-94.
15. Shiva, V. (2002): *Golden Rice Hoax*, David Castle, Michael Ruse, Genetically Modified Foods, Prometheus Books, New York.
16. Stevens, G., Bennett, J. E., Hennocq, Q., Lu, Y., De-Regil, L. M., Rogers, L., Danaei, G., Li, G., White, R. A., Flaxman, S. R., Oehrlé, S. P., Finucane, M. M., Guerrero, R., Bhutta, Z. A., Then-Paulino, A., Fawzi, W., Black, R. E., Ezzati, M. (2015): Trends and mortality effects of vitamin A deficiency in children in 138 low-income and middle-income countries between 1991 and 2013: a pooled analysis of population-based surveys, *The Lancet Global Health*, 3(9), e528-e536.

## Golden rice between unfulfilled hopes and unjustified fears

### Abstract

Golden Rice has played a key role in arguments over genetically modified (GM) crops for many years, it is routinely depicted as a genetically modified vitamin tablet incorporated in a staple crop of the global South. The aim of this paper is through a brief analysis of the development and controversy surrounding the genetically modified golden rice, to point out the fundamental differences between supporters and opponents of genetic modification technology. The case of golden rice is an instructive example of unfulfilled hopes and unjustified fears that can be an instructive example for the Croatian public, having in mind the uncontrolled spread of „conspiracy theory“ through social networks on GMOs in Croatia after endorsing amendments to GMO Law at the Croatian Parliament in february 2018.

**Key words:** biotech industry, golden rice, Greenpeace, Nobel laureates, conspiracy theories

## Utjecaj temperature i vremena skladištenja na preživljavanje *Bradyrhizobium japonicum*

Gabriella Kanižai Šarić<sup>1</sup>, Ivana Majić<sup>1</sup>, Igor Ribarić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1d, Osijek, Hrvatska, e-mail: gkanizai@pfos.hr

<sup>2</sup>Student poslijediplomskog sveučilišnog studija Poljoprivrednog fakulteta, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1d, Osijek, Hrvatska,

### Sažetak

Predsjetenom bakterizacijom soje osigurava se veći prinos, umanjuje se potreba gnojidbe s mineralnim gnojivima i povećava se mikrobiološka aktivnost tla. Sojevi *Bradyrhizobium japonicum* prisutni u sredstvima za bakterizaciju trebaju biti visokoučinkoviti i moraju zadržati svoje osobine i tijekom skladištenja ovih proizvoda. Cilj ovog rada bio je utvrditi preživljavanje različitih sojeva *B. japonicum* uskladištenih na dvije temperature (4 i 25 °C) kao i preživljavanje mješavine sojeva nacijepjenih na sterilan i nesterilan treset u periodu od 6 mjeseci. Rezultati ukazuju na veću vijabilnost pojedinačnih sojeva prilikom skladištenja na 4 °C koja se kreće u prosjeku od  $1 \times 10^9$  do  $3 \times 10^9$  u prvih 150 dana nakon inokulacije. Također je utvrđen veći broj rizobija mješavine ispitivanih sojeva nacijepjenih na sterilan treset i uskladištenih na 4 i 25 °C koji raste i do  $10^{10} \text{ g}^{-1}$ . Neophodan je i daljnji kontinuiran rad u kontroli kvalitete sredstava za bakterizaciju kako bi se postigao optimalan i uniforman broj rizobne populacije, a s ciljem zadovoljenja potreba tržišta.

**Cljučne riječi:** *Bradyrhizobium japonicum*, treset, kontrola kvalitete, temperatura, vrijeme skladištenja

### Uvod

Predsjetvena bakterizacija sjemena soje s inokulantima prisutnima na tržištu Republike Hrvatske osigurava uspješnu infekciju i nodulaciju korijena soje s efektivnim sojevima *Bradyrhizobium japonicum*. Ova mjera predstavlja standardnu poljoprivrednu praksu u cijelom svijetu jer omogućava fiksaciju 100-200 kg atmosferskog  $\text{N ha}^{-1}$  godišnje i osigurava veći prinos soje (Lynch i Smith, 1993.; Brockwell i Bottomley, 1995.). Kvalitetu inokulanata određuje niz faktora a najbitniji je osiguranje velikog broja živih stanica rizobium bakterija bez ili uz minimalnu kontaminaciju (Lupwayi i sur., 2000.). Osim toga sojevi *B. japonicum* inkorporirani u inokulant moraju biti visokoučinkoviti, vijabilni i moraju zadržati svoje osobine tijekom skladištenja ali također moraju biti tolerantni na stresne uvjete kao što su kiselost, suša, visoka temperatura i kemijski pesticidi (Lupwayi i sur., 2000.; Rebah i sur., 2007.). Nadalje kvalitetu inokulanta određuje i učinkovita i jednostavna primjena, odgovarajući rok trajanja proizvoda, pravilno pakiranje i jasna uputa za uporabu na svakom pakiranju (Lupwayi i sur., 2000.). Treset je najčešći nosač rizobnih inokulanata zbog dobrog kapaciteta zadržavanja vlage i velike površine koja podupire rizobni rast i preživljavanje (Tittabutr i sur., 2007.). Nadalje treset osigurava bakterijama sve nu-

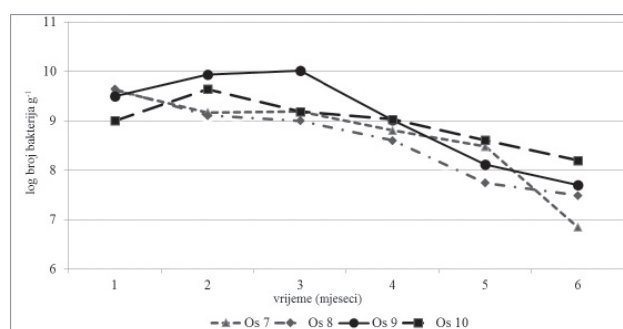
tritivne elemente u periodu roka trajanja ovih proizvoda. Svake vegetacijske sezone je poželjna priprava svježeg sredstva za bakterizaciju kako bi se korisnicima osigurao kvalitetan proizvod s maksimalnim brojem živih stanica *B. japonicum* koje će ostvariti simbiotski odnos sa sojom. Rok trajanja ovih proizvoda različit je u različitim državama i smatra se kako ne bi trebao biti duži od 18 mjeseci (Herridge i sur., 2002.). Inokulant za predstjetvenu bakterizaciju sjemena soje Nitrobakterin<sup>5</sup>, proizvod Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku ima rok trajanja od 6 mjeseci, stoga je i cilj istraživanja bio utvrditi preživljavanje stanica više sojeva *B. japonicum* uskladištenih na dvije temperature (4 i 25 °C) u periodu od 6 mjeseci.

### Materijal i metode

U istraživanju su ispitani autohtoni sojevi *Bradyrhizobium japonicum* (Os 7, Os 8, Os 9 i Os 10) izolirani s područja Osječko-baranjske županije pohranjeni u internu zbirku mikroorganizama Katedre za mikrobiologiju i zemljišne resurse Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Čiste kulture ispitivanih sojeva naciepljene su na krutu kvasac-manitol podlogu (Vincent, 1970.) te su inkubirani 7 dana pri 28 °C. Porasle kolonije su prenešene u tekuću aeriranu kvasac-manitol podlogu po sojevima, odnosno njihova mješavina za pokus ispitivanja preživljavanja stanica *B. japonicum* na sterilnom i nesterilnom tresetu. Nakon 5 dana inkubacije odgovarajuća količina tekuće podloga koja sadržava  $3 \times 10^9$  cfu po ml-1 ispitivanih sojeva i mješavine svih sojeva *B. japonicum* je injektirana na sterilan i nesterilan treset u aseptičnim uvjetima u količini koja u konačnici osigurava sadržaju vlage od 40%, i dobro je homogeniziran. Treset je prethodno samljeven do veličine čestica od 150  $\mu\text{m}$ , a u pokusu sa sterilnim tresetom i steriliziran gama zrakama od 25 kGy. Ispitivani uzorci su pohranjeni na dvije temperature: 4 i 25 °C kroz period od 6 mjeseci. Jedanput mjesečno provedena je mikrobiološka analiza kako bi se utvrdio broj vijabilnih stanica *B. japonicum* prema metodi razrjeđenja dok je prosječna brojnost stanica izražena kao cfu po gramu treseta.

### Rezultati i rasprava

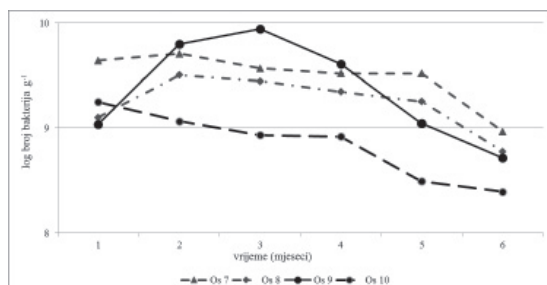
Mikrobiološkom analizom je utvrđeno kako sojevi Os 9 i Os 10 uskladišteni na temperaturu od 25 °C u prva dva odnosno tri mjeseca povećavaju svoj broj i do  $10^{10} \text{ g}^{-1}$  tada broj vijabilnih stanica postupno opada i do kraja pokusa broj stanica svih ispitanih sojeva se kreće od  $7 \times 10^6 \text{ g}^{-1}$  do  $2 \times 10^8 \text{ g}^{-1}$ .



Grafikon 1. Rast sojeva *Bradyrhizobium japonicum* uskladištenih na 25 °C

Sojevi Os 7, Os 8 i Os 9 uskladišteni na temperaturi od 4 °C pokazuju porast broja vijabilnih stanica i zadovoljavajuću visinu stanica od  $10^9 \text{ g}^{-1}$  150 dana nakon inokulacije na treset. Nakon 180 dana vrijednost svih ispitanih sojeva opada i kreće se od  $2 \times 10^8 \text{ g}^{-1}$  do  $9 \times 10^8 \text{ g}^{-1}$ .

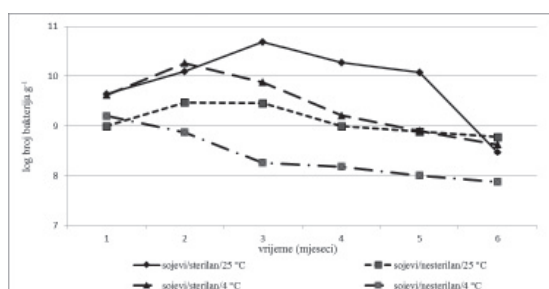




**Grafikon 2.** Rast sojeva *Bradyrhizobium japonicum* uskladištenih na 4 °C

Temprano i sur. (2002.) su u sličnom istraživanju utvrdili porast inicijalne populacije rizobium bakterija nacijepjenih na sterilan treset pri 4 °C tijekom prva 4 tjedna a potom se broj vijabilnih stanica ustalio na  $10^{10}$  g<sup>-1</sup> i ostao ja nepromijenjen do kraja pokusa odnosno do 32 tjedna. Istraživanja i drugih znanstvenika su pokazala kako je temperatura skladištenja značajan faktor za preživljavanje rizobia i ono je veće na 10 °C u odnosu na 30 °C (Herridge i sur., 2002.). Kontrola kvalitete inokulanata zahtjeva uspostavljanje standarda kvalitete, a zakonodavni okvir se razlikuje između država ili on uopće ne postoji (Lupway i sur., 2000.; Herridge i sur., 2002.). Minimalni standardi broja bakterijskih stanica su različiti u različitim državama i kreću se od  $5 \times 10^7$  do  $1 \times 10^9$  stanica po gramu svježe pripremljenog inokulanta (Lupway i sur., 2000.). U Republici Hrvatskoj ne postoji zakonodavni okvir, a kontrolu kvalitete određuju i provode sami proizvođači.

Analiza mješavine ispitanih sojeva nacijepjenih na sterilan treset uskladišteni na 4 i 25 °C je utvrdila porast vijabilnih stanica do  $10^{10}$  g<sup>-1</sup> i potom opadanje broja vijabilnih stanica, a koji do kraja pokusa nije pao ispod 108 stanica po gramu treseta. Na nesterilnom tresetu uskladištenom pri 4 °C je utvrđeni pad broja stanica i do kraja pokusa taj se broj ustalio na  $10^7$  g<sup>-1</sup> stanica po gramu treseta. Temprano i sur. (2002.) su slično utvrdili u svojem istraživanju gdje su na sterilnom tresetu uočili prvotan porast a potom stabilizaciju broja rizobium bakterija čija populacija nije pala ispod  $10^8$  g<sup>-1</sup> do 32 tjedna. Ista grupa autora je utvrdila nagli pad mikrobne populacije na nesteriliziranom tresetu uskladištenom pri 25 °C u prva dva tjedna skladištenja a potom se populacija bakterija zadržava na razini od 108 stanica po gramu treseta dok temperatura od 4 °C na nesterilnom tresetu osigurava 108 vijabilnih stanica i 30 tjedana nakon inokulacije. Unatoč relativno visokom broju stanica na nesterilnom tresetu istraživači sugeriraju kako nesterilni nosači inokulanata sadrže veliki broj kontaminanata koji će se vremenom umanjiti broj rizobia, dok će na sterilnom tresetu broj vijabilnih stanica s vremenom opadati ali ne u tolikom omjeru kao na nesterilnom nosaču (Date i Roughley 1977.; Herridge i sur., 2002.).



**Grafikon 3.** Rast sojeva *Bradyrhizobium japonicum* na sterilnom i nesterilnom tresetu uskladištenih na 4 °C i na 25 °C

Pravilno skladištenje rizobnih inokulanata je bitno u cilju osiguranja proizvoda zadovoljavajućih karakteristika i rhizobni inokulanti ne bi trebali biti uskladišteni kroz duži period jer inducirane fiziološke promjene rizobnih stanica mogu produžiti vrijeme nodulacije (Titabutra i sur., 2007.). Nadalje, utjecaj vremena uskladištenja nije toliko značajan ako se inokulant iskoristi u kratkom vremenu od datuma proizvodnje (Herridge i sur., 2002.). U ovome istraživanju je utvrđena zadovoljavajuća vijabilnost kod svih ispitanih sojeva kao i mješavine sojeva koja je potrebna za osiguranje dobre kvalitete proizvoda ali svakako je poželjno u sredstva za bakterizaciju uključiti samo superiorne sojeve *B. japonicum*. Međutim poželjna su i daljnja istraživanja koja bi identificirala nove izdržljivije i vijabilnije sojeve kojima s vremenom skladištenja ne bi opadala sposobnost preživljavanja.

### Zaključak

Rezultati istraživanja ukazuju na različite interakcije sojeva *B. japonicum* u suodnosu s vremenom i temperaturom skladištenja. Svi ispitani sojevi uskladišteni na 4 °C pokazali su veću vijabilnost u odnosu na temperaturu od 25 °C. Analizom mješavine ispitanih sojeva na sterilnom tresetu utvrđen je najveći broj vijabilnih stanica do 18 tjedna skladištenja. U zadnjem mjesecu se umanjuje razlika između broja vijabilnih stanica između sterilnog i nesterilnog treseta i ona se zadržava na 10<sup>8</sup> g<sup>-1</sup> stanica po gramu treseta. Neophodan je i daljnji kontinuiran rad u kontroli kvalitete sredstava za bakterizaciju kako bi se postigao optimalan broj rizobne populacije, a s ciljem zadovoljenja potreba tržišta.

### Literatura

1. Brockwell, J., Bottomley, P.J. (1995): Recent advances in inoculant technology and prospects for the future. *Soil Biology and Biochemistry*, 27, 683-697.
2. Date, R.A., Roughley, R.J. (1977): Preparation of legume inoculants. U *A Treatise on Dinitrogen Fixation* (ur: Hardy, R.W.F. i Gibson, A.H). John Wiley & Son, Chichester, UK.
3. Herridge, D., Gemell, G., Hartley, E. (2002): Legume Inoculants and Quality Control. *ACIAR Proceedings* 109e, 105-114.
4. Lupwayi, N.Z., Olsen, P.E., Sande, E.S., Keyser, H.H., Collins, M.M., Singleton, P.W., Rice, W.A. (2000). Inoculant quality and its evaluation. *Field Crops Research*, 65, 259-270.
5. Lynch, D.H., Smith, D.L. (1993): Early seedling and seasonal N<sub>2</sub>-fixing symbiotic activity of two soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] cultivars inoculated with Bradyrhizobium strains of diverse origin. *Plant and Soil*, 157, 289-303.
6. Rebah, F.B., Prévost, D., Yezza, A., Tyagi, R.D. (2007): Agro-industrial waste materials and wastewater sludge for rhizobial inoculant production: A review. *Bioresource Technology*, 98, 3535-354
7. Temprano, F.J., Albareda, M., Camacho, M., Daza, A., Santamaría, C., Nombre Rodríguez-Navarro, D. (2002): Survival of several Rhizobium/Bradyrhizobium strains on different inoculant formulations and inoculated seeds. *International Microbiology*, 5, 81-86.
8. Tittabutr, P., Payakaponga, W., Teamroonga, N., Singleton, P.W., Boonkerda, N. (2007): Growth, Survival and Field Performance of Bradyrhizobial Liquid Inoculant Formulations with Polymeric Additives. *Science Asia*, 33, 69-77
9. Vincent, J. (1970): A manual for the practical study of root nodule bacteria. *International Biological Programme*. Burgess and Son, Berkshire.

## Influence of temperature and storage time on survival of *Bradyrhizobium japonicum*

### Abstract

Soybean seed bacterization provides a higher yield, reduces mineral fertilizers requirement and increases the soil microbiological activity. *Bradyrhizobium japonicum* strains present in the inoculants should be highly effective and must retain their properties during storage. The aim of this paper was to determine the survival of different *B. japonicum* strains stored at two temperatures (4 °C and 25 °C) and survival of a strain on sterile and non-sterile peat over a period of 6 months. Results indicate a higher viability of the strains during storage at 4 °C which ranges from an average of  $1 \times 10^9$  to  $3 \times 10^9$  in the first 150 days after inoculation. The number of rhizobia strains mixture on sterile peat and stored at 4 °C and 25 °C increases to  $10^{10} \text{ g}^{-1}$ . Further continuous work is needed in quality control of the inoculants in order to achieve an optimal and uniform number of rhizobial populations with the aim of satisfying market needs.

**Key words:** *Bradyrhizobium japonicum*, peat, quality control, temperature, storage time

## In vitro assessment of antagonistic potential of *Trichoderma* spp. against *Fusarium graminearum* and *Fusarium verticillioides*

Dijana Podravac, Tihomir Kovač, Lidija Lenart, Bojan Šarkanj

*Faculty of Food Technology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Franje Kuhača 18, 31 000 Osijek, Croatia, e-mail:dijana.podravac@ptfos.hr*

### Abstract

*Fusarium graminearum* and *Fusarium verticillioides* are phytopathogenic fungi that pose major health concerns due to their mycotoxins production in contaminated cereals. Biological control by microorganisms is new natural alternative to chemically synthesized fungicides. Ability of six *Trichoderma* spp. isolates (antagonist) to suppress radial growth of one isolate of *F. verticillioides* and three isolates of *F. graminearum* (pathogens) was examined in vitro. Each isolate of potential antagonist was combined with each pathogen in dual culture and bioassay was carried in triplicates. Percentage of radial growth inhibition of phytopathogenic fungi by *Trichoderma* spp. was calculated using measurements on the day when contact between two colonies occurred in comparison with control plate containing pathogen only. On average, *Trichoderma reesei*, *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma koningii* inhibited pathogen growth  $89.7\pm 14.7\%$ ,  $71.6\pm 13.4\%$ ,  $70.1\pm 16.5\%$  and  $69.5\pm 15\%$ , respectively, and showed better biological control effect than *Trichoderma viride* isolates. All tested *Fusarium* spp. were inhibited by *Trichoderma* spp. isolates with average inhibition of radial mycelial growth ranging from  $62.8\pm 11.3\%$  to  $68.0\pm 14.8\%$ .

**Key words:** *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., biological control, antagonist, pathogen

### Introduction

*Fusarium graminearum* and *F. verticillioides* are phytopathogenic fungi that can cause significant yield and quality losses of cereals and major health problems due to contamination of grains with mycotoxins. Maize ear rot and *Fusarium* wheat head blight are most commonly caused by *F. graminearum* that produce deoxynivalenol and zearalenone, while infection of plant by *F. verticillioides* is accompanied by increased accumulation of fumonisins in affected plant. Both mycotoxinogenic fungi are present in Croatian fields, and they occur all over Europe, with *F. graminearum* prevailing in Central and Eastern Europe, where rainy spring climate contribute to disease spreading (Krstanović et al, 2005; Logrieco et al., 2002; Popiel et al., 2008). *Trichoderma* spp. can be applied in various branches of biotechnology and agriculture. Antagonistic abilities of this fungi take up a significant place in the biological control of plant pathogens that is more environmentally friendly than existing chemical treatments. The mechanism of *Trichoderma* spp. against fungal phytopathogens can be in form of mycoparasitism, competition for nutrients and space, production of antibiotics and other inhibitory metabolites that disrupts primary me-

tabolism or kills pathogen. In addition to the interaction of *Trichoderma* and pathogen, certain isolates have other positive effects on growth and development of plants that are the result of increased resistance to disease, promotion of growth and tolerance to abiotic stress factors (Benítez et al., 2004; Contreras-Cornejo et al., 2016; Lopes et al., 2012; Woo et al., 2006).

Biofungicides based on the genus *Trichoderma* are increasingly present in the world market with many formulations that are already registered and available to farmers with the ultimate goal of increasing crop yields, food quality and safety (Woo et al., 2006). Before creating new bioformulation for field usage, it is essential to determine effect of antagonist in laboratory conditions. The objectives of the present study were to evaluate antagonistic potential of six *Trichoderma* spp. isolates for biological control of one isolate of *F. verticillioides* and three *F. graminearum* isolates in dual culture.

### Materials and methods

**Culture media.** Potato dextrose agar (PDA) (Biolife, Milano, Italia) was prepared by the manufacturer instructions and 15 mL was poured into plastic 90 mm diameter Petri dishes.

**Fungal isolates.** Six different isolates of *Trichoderma* species were used for the antagonistic effects: *T. viride* 1426 (T1) that was provide from collection from the Faculty of Chemical Engineering and Technology in Zagreb, *T. harzianum* CBS 226.95 (T2), *T. koningii* DSM 63060 (T3), *T. reesei* DSM-768 (T4) one isolate of *T. asperellum* (T5) and one isolate of *T. viride* (T6) obtained from soil samples that were identified according to standard keys (Rifai, 1969) and are part of microorganism collection from the Faculty of Food Technology in Osijek along with four tested pathogen: *F. graminearum* FRC 5793 (F1), *F. graminearum* CBS 110.250 (F2), *F. graminearum* from IFA, Tulln collection (F3) and *F. verticillioides* CBS 119.825 (F4). All cultures were incubated at  $25 \pm 1$  °C in dark on PDA.

**In vitro antagonism.** *Trichoderma* spp. were screened for their antagonistic activity in dual culture with *F. graminearum* and *F. verticillioides* based on the modified method of Dubey et al. (2007). A 5 mm diameter mycelial plug obtained from the edge of 5 days old cultures of antagonist was inoculated on plate and positioned against 5 mm diameter plug of pathogen, each 50 mm apart and placed diametrically on the plate. For control, Petri dishes containing PDA were inoculated with pathogen only and for measuring of growth rate of each *Trichoderma* spp. isolate, Petri dishes were inoculated with antagonist only. All treatments (combination antagonist x pathogen) and controls were paired at the same day in triplicate and incubated during 6 days at  $25 \pm 1$  °C in dark. The recordings of mycelial growth in mm were taken daily and measurements taken on the day of the contact of colonies were used for calculating the percentage inhibition of radial growth (I) using the formula:

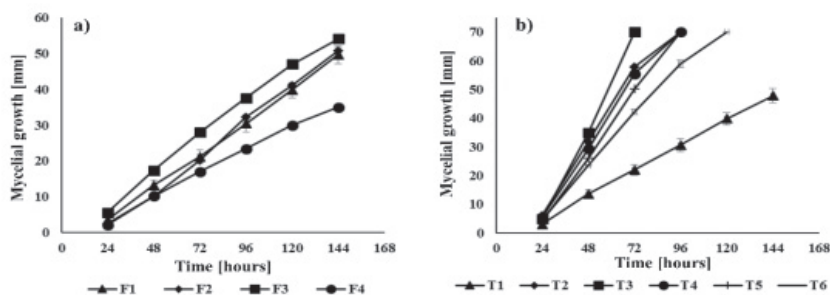
$$I = \frac{C-T}{C} \times 100 [\%]$$

Where C is the furthest pathogen growth on the middle axis in control and T is furthest pathogen growth in presence of *Trichoderma*.

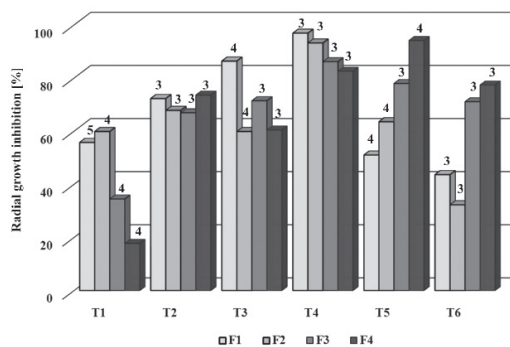
### Results and discussion

The results of antagonistic potential of six *Trichoderma* spp. isolates for biological control of one isolate *F. verticillioides* and three *F. graminearum* isolates are shown below. Control growths of pathogen (a) and antagonist (b) are shown in the Figure 1. Figure 2 presents percentage of pathogen radial growth inhibition. Values are expressed as percentage  $\pm$

standard error of the mean (SEM). All of *Trichoderma* isolates in dual culture with *Fusarium* isolates showed inhibitory effect. The highest percentage of growth inhibition in dual culture was detected in the antagonist-pathogen combination T4x F1 (96.9 ± 15.8%) where contact between colonies occurred on the 3rd day of incubation (Figure 2). *T. reesei* isolate (T4) demonstrated the strongest inhibition potential in comparison with other antagonists, reaching each phytopathogenic fungi on the 3rd day of incubation with average value of 89.7±14.7% of radial mycelial growth inhibition. The second highest inhibition value was 94.1±17.7% in dual culture test with T5x F4. *T. asperellum* (T5) exhibited slightly lower inhibition against *F. graminearum* isolates (average of 64.1±7.78% for F1, F2 and F3), but was still the second best antagonist that inhibited mycelial growth of *Fusarium* spp. isolates to an extent of 71.6±13.4% over control mycelial growth. T2 and T3 had similar impact on suppressing pathogen growth, on average 70.1±16.5% and 69.6±15%, respectively. Outcome of the similar study (Błaszczuk et al., 2017.) where *T. harzianum* inhibited growth of *F. graminearum* from 16.8% to 34.3% on the third day, and *T. viride* inhibited same pathogen ranging from 16.8% to 56.2%, refer that isolates used in this study were generally more effective.



**Figure 1.** a) Mycelial growth of pathogen control in mm during time F1= *F. graminearum* FRC 5793, F2= *F. graminearum* CBS 110.250, F3= *F. graminearum* IFA, F4= *F. verticillioides* CBS 119.825. b) Mycelial growth of antagonist control in mm during time T1= *T. viride* 1426, T2=*T. harzianum* CBS 226.95, T3=*T. koningii* DSM 63060, T4= *T. reesei* DSM-768, T5= *T. asperellum*, T6=*T. viride*.



**Figure 2.** Percentage of pathogen radial growth inhibition by antagonist. Numbers above columns indicate day in which contact of cultures occurred. Antagonists are T1= *T. viride* 1426, T2=*T. harzianum* CBS 226.95, T3=*T. koningii* DSM 63060, T4= *T. reesei* DSM-768, T5= *T. asperellum*, T6=*T. viride* and pathogens are F1= *F. graminearum* FRC 5793 , F2= *F. graminearum* CBS 110.250, F3= *F. graminearum* IFA , F4= *F. verticillioides* CBS 119.825.

T3 (*T. koningii*) was the fastest growing isolate (Figure 1. b) that covered control plate on the 3rd day of incubation and showed the best results in dual culture test with F1 (86.4±15.3%). Isolates T3 and F1 contacted on the 4th day of incubation. The zone of mutual inhibition with no visible hyphae contact first appeared and by the day 6, antagonist started to overgrow mycelium of pathogen in spots. Overgrowing mycelium of pathogen suggest that growth suppression mechanism is mycoparasitism. *Trichoderma* spp. also produce volatile and non-volatile metabolites, firstly affecting growth inhibition before contact of colonies and latter being visible as zone of inhibition or pigmentation (Lopes et al., 2012.). Around every colony of F4 the 2-5 mm wide zone of inhibition appeared, with more pigment production around the edge of pathogen in treatment with T1, T4 and T6. Every examined *Fusarium* spp. isolate showed similar susceptibility on *Trichoderma* spp. isolates with average inhibition of radial mycelial growth ranging from 62.8±11.3% to 68.0±14.8%. The smallest antagonistic impact was found in T1xF4 combination (17.7±3.6%) (Figure 2.). In this dual culture test, both antagonistic and phytopathogenic fungi had slower growth rate compared to the others (Figure 1). Furthermore, mycelia of F4 grew less than other *Fusarium* spp. isolates (15 – 20 mm less on the 6th day of incubation) (Figure 1a). Isolate F4 grew even slower in presence of antagonist ranging from 9.8 – 15 mm, except in test with T1 isolate (20 mm). Isolates of *Trichoderma* spp. used in this study showed better inhibition than those used by Akinbode et al. (2017.), who tested several microorganisms against *F. verticillioides*, including *T. pseudokoningii* that stopped pathogen growth on the 3rd day of incubation with average of 29 mm and *T. harzianum* that soon stopped pathogen, but after 7 days it grew to about 38 mm. *T. harzianum* isolate used in this study, allowed *F. verticillioides* colonies to grew 9.8 mm on average and did not increased size after 6 days. Since controls tested in this study averaged 17 mm on the 3rd day of incubation and 35 mm on the 6th day of incubation, and control tested in the study by Akinbode et al. (2017.), was 31 mm on the 3rd day of incubation and covered whole plate on the 7th day, it is obvious that both strains have a distinctly different features and based on one result, we cannot make general assumptions. Figure 1 b point out that T1 mycelial growth rate was slower in comparison with other *Trichoderma* isolates and it was the only antagonist that did not reach the edge of the plate, restraining growth of pathogens on average 41.9±9%. One more isolate of *T. viride* (T6) grew slower reaching the plate edge on the 5th day, also with smaller general impact on *Fusarium* spp. (56.1±10.5%), but T6 reached each phytopathogenic isolate on the 3rd day and soon started to demonstrate mycoparasitic characteristics invading and growing on pathogen mycelium.

All of the *Trichoderma* isolates that performed well in dual culture test were fast-growing species and several studies indicated their effectiveness in the inhibition of pathogens by competing for nutrients and space (Popiel et al., 2008; Contreras-Cornejo et al., 2016; Benítez et al., 2004). Other than mycoparasitism, competition for nutrients and space and antibiosis, *Trichoderma* strains can be beneficial in promoting plant growth and defence mechanisms by changing environmental conditions. These antagonistic mechanisms depend on various factors such as selected strain of antagonist or pathogen, nutrient content, pH, soil type, severity of plant infection, etc. Altering one or more parameter can modify production of metabolites (Benítez et al., 2004; Lopes et al., 2012). For that reason, it is necessary to test combinations of several *Trichoderma* species for their activity and adaptation on different environmental conditions before creating bioformulation for mass production. Some of the investigated antagonists that have shown a lower inhibitory activity in this study should not be discarded before making assessments in the field conditions.

## Conclusions

The key mechanisms that biological control microorganism should demonstrate are production of cell wall degrading enzymes, antibiosis and competition for space and nutrients. Results in this study suggest that *Trichoderma* isolates *T. reesei*, *T. asperellum*, *T. harzianum* and *T. koningii* (ranked by superiority of pathogen inhibition) are showing highest inhibitory activity *in vitro* in combination with *F. graminearum* and *F. verticillioides*. However, lower percentage of growth inhibition that exhibit *T. viride* does not necessary mean lowest biocontrol potential. This antagonist reached edge of each pathogen colony on third day and fast growth is a desirable parameter of antagonistic candidate for success in creating bioformulation as a substitute for chemical fungicides that leave toxic residue. Since growth was *in vitro* and not representing actual conditions in the field it would be advisable to further investigate these antagonists.

## Literature

1. Akinbode, O., Owolade, F., Ikotun, B., Odebode, C. (2017): The Use of Micro-Biological Agents at Different Pairing Times in the Control of *Fusarium Verticillioides* Pathogen of Maize (*Zea mays*). *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 6 (3), 94-101.
2. Benítez, T., Rincón, A.M., Limón, M.C., Codón, A.C. (2004): Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*, 7, 249-260.
3. Bbłaszczyk, L., Basińska-Barczak, A., Ćwiek-Kupczyńska, H., Gromadzka, K., Popiel, D., Stępień, Ł. (2017): Suppressive Effect of *Trichoderma* spp. on toxigenic *Fusarium* species. *Polish Journal of Microbiology*, 66 (1), 85 – 100.
4. Contreras-Cornejo, H.A., Macías-Rodríguez, L., del-Val, E., Larsen, J. (2016): Ecological functions of *Trichoderma* spp. and their secondary metabolite sin the rizosphere: interactions with plants. *FEMS Microbiology Ecology*, 92 (4), fiw036., 1-17.
5. Dubey, A.C., Suresh, M., Singh, B. (2007): Evaluation of *Trichoderma* species against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Ciceris* for integrated management of chickpea wilt. *Biological Control*, 40 (1), 118-127.
6. Krstanović, V., Klapac, T., Velić, N., Milaković, Z. (2005): Contamination of malt barley and wheat by *Fusarium graminearum* and *Fusarium culmorum* from the crop years 2001–2003 in eastern Croatia. *Microbiological Research*, 160, 353-359.
7. Logrieco, A., Mulè, G., Moretti, A., Bottalico, A. (2002): Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe. *European Journal of Plant Pathology*, 108, 597-609.
8. Lopes, F.A.C., Steindorff, A.S., Geraldine, A.M., Brandao, R.S., Monteiro, V.N., Coelho, A.S.G., Ulhoa, C.J., Silva, R.N. (2012): Biochemical and metabolic profiles of *Trichoderma* strains isolated from common bean crops in the Brazilian Cerrado, and potential antagonism against *Sclerotinia sclerotiorum*. *Fungal biology*, 116, 815-824.
9. Popiel, D., Kwaśna, H., Chełkowski, J., Stępień, Ł., Laskowska, M. (2008): Impact of selected antagonistic fungi on *Fusarium* species – toxigenic cereal pathogens. *Acta Mycologica*, 43 (1), 29–40.
10. Rifai, M.A. (1969): A revision of the genus *Trichoderma*. *Commonwealth Mycological Institute Mycological Paper*, 116, 1-56.
11. Woo, S.L., Scala F., Ruocco, M., Lorito, M. (2006): The Molecular Biology of the Interactions Between *Trichoderma* spp., Phytopathogenic Fungy, and Plants. *The Nature and Application of Biocontrol Microbes II: Trichoderma* spp., 96 (2), 181-185.



## In vitro procjena antagonističkog potencijala *Trichoderma* spp. prema *Fusarium graminearum* i *Fusarium verticillioides*

### Sažetak

*Fusarium graminearum* i *Fusarium verticillioides* su fitopatogene plijesni koje predstavljaju veliku zdravstvenu prijetnju uzrokovanu proizvodnjom mikotoksina na žitaricama. Biološka kontrola pomoću mikroorganizama je obećavajuća alternativa kemijski sintetiziranim fungicidima. U ovom istraživanju je u in vitro uvjetima ispitana sposobnost suzbijanja radijalnog rasta micelija pomoću šest izolata *Trichoderma* spp. (antagonist) te jednog izolata *F. verticillioides* i tri izolata *F. graminearum* (patogen). Svaki izolat potencijalnog antagonista je kombiniran sa svakim patogenom u dvojnjoj kulturi. Pomoću izmjerenih podataka na dan kontakta kultura te razlike u rastu micelija na kontrolnim pločama, izračunat je postotak inhibicije radijalnog rasta patogenih plijesni pomoću *Trichoderma* spp. Prosječno su *Trichoderma reesei*, *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum* i *Trichoderma koningii* inhibirale rast patogena  $89.7 \pm 14.7\%$ ,  $71.6 \pm 13.4\%$ ,  $70.1 \pm 16.5\%$  i  $69.5 \pm 15\%$ , što upućuje na bolji učinak biološke kontrole od *Trichoderma viride* izolata (T1  $41.9 \pm 8.96\%$ ; T6  $56.1 \pm 10.5\%$ ). Svaki patogen je bio inhibiran pomoću *Trichoderma* spp. s prosječnom inhibicijom radijalnog rasta micelija u rasponu od  $62.8 \pm 11.3\%$  do  $68.0 \pm 14.8\%$ .

**Ključne riječi:** *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., biološka kontrola, antagonist, patogen

## Zaštita jagode od štetnih organizama

Ankica Sarajlić<sup>1</sup>, Ariela Pešerović<sup>2</sup>, Ivana Majić<sup>1</sup>, Emilija Raspudić<sup>1</sup>, Karolina Vrandečić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: ankica.sarajlic@pfos.hr

<sup>2</sup>Matije Gubca 40, Josipovac, Hrvatska

### Sažetak

Jagodu napada velik broj štetnih organizama te njena proizvodnja ovisi o dobroj zaštiti. Cilj rada bio je istražiti pojavu bolesti i štetnih kukaca na dvjema sortama jagoda Clery i Joly na OPG-u „Cifrić“ u Josipovcu. Istraživanje je provedeno od početka ožujka do kraja lipnja tijekom 2017. godine. Štetni organizmi su praćeni pomoću žutih ljepljivih ploča i vizualnim pregledom biljaka. Od štetnih kukaca utvrđene su pipe roda *Polydrusus* i *Lepyrus* koje nisu karakteristični štetnici jagode nego se najčešće nalaze na šumskim biljnim vrstama. Pipe su oštetile listove izgrizajući rubne dijelove, međutim tretiranje je obavljeno pravovremeno i značajnih šteta nije bilo. Na žutim ljepljivim pločama zabilježen je veliki broj kukaca iz reda Thysanoptera (tripsi), no štete na biljkama nisu uočene. Bolesti su praćene vizualnim pregledom biljaka te je zabilježena samo pojava sive plijesni (*Botrytis cinerea*), ali u jako niskom intenzitetu. Iako u proizvodnji jagoda nisu utvrđeni njeni najznačajniji štetnici iz navedenih rezultata je vidljivo koliko je bitno pažnju posvetiti prostornoj izolaciji u uzgoju zbog štetnika koji dolaze s drugih kultura.

**Ključne riječi:** Clery, Joly, *Polydrusus*, *Lepyrus*, *Botrytis cinerea*

### Uvod

Jagodu napada velik broj štetnih organizama. Od člankonožaca su najčešće različite vrste pipa, grinje, lisne uši, tripsi, štitaste uši, hruštevi i drugi (Maceljski, 1999.). Većina tih štetnika su prema načinu ishrane polifagi te napadaju i druge biljne vrste osobito iz porodice Rosaceae (Solomon i sur., 2010.). Jagodu napada velik broj pipa, a među najznačajnijim su vrste roda *Otiorhynchus* (Gotlin Čuljak, 2015. a), malinin cvjetar *Anthonomus rubi* (Petrova i sur., 2005.) i pipa jagodine peteljke *Rhynchites germanicus* (Antonova i Tsolova, 2016.). Iznimno rijetko, jagodu mogu napasti pipe nekih drugih rodova koje nisu specifične za jagodu nego za drvenaste šumske kulture. Tako se kod nas početkom 70-tih godina prošlog stoljeća, na jagodi spominje pojava pipe iz roda *Lepyrus* jer se jagoda uzgajala u blizini šumskih područja (Čamprag, 1973.). Također, početkom 70-tih godina u zapadnoj Europi i Rusiji se spominju i pipe roda *Polydrusus* kao štetnici na listu jagode (Petrova i sur., 2005.). Bolesti koje se najčešće javljaju na jagodi su siva plijesan (*Botrytis cinerea*) (Miličević, 2015. a), obična pjegavost lista (*Mycosphaerella fragariae*), crvena mrljavost lista (*Diplocarpon earlianum*), palež lista (*Phomopsis obscurans*). Najčešća je siva plijesan i ekonomski je najznačajnija bolest na jagodi, ali ne i najopasnija. Budući da direktno utječe na prinos jagode posvećuje joj se najviše pažnje (Miličević, 2015. b).

Cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi pojavu štetnika i bolesti na dvije sorte jagoda: Clery i Joly na poljoprivrednom gospodarstvu „Cifrić“ u Josipovcu u 2017. godini te primijeniti odgovarajuće i pravovremene mjere zaštite.

### Materijal i metode

Istraživanja su provedena 2017. godine na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu „Cifrić“ u Josipovcu (45°34'59"N 18°34'52"E) na dvije sorte jagoda: Clery i Joly (u plasteniku i na polju). Jagode su posađene pomoću ručnog sadača na malč foliji međuredne udaljenosti 35-40 cm s razmakom u redu od 20 cm. Prije sadnje korijen je potopljen u fungicid na bazi aktivne tvari mankozeb (Dithane) radi sprečavanja bolesti na korijenu. Jagode su navodnjavane sustavom „kap po kap“. Gnojidba je provedena na sljedeći način (Tablica 1.):

**Tablica 1.** Gnojidba jagode tijekom vegetacije u 2017. godini

Primjena	Gnojivo	Formulacija	Količina	Namjena
pojava 2-3 lista	Novalon	12:48:6	2-5 kg/ha, 200L	cvatnja
kraj ožujka	Poly-amin	16:8:32	20-25 kg/ha	zaštita od promjena vremenskih uvjeta
nakon 30% cvatnje	Folibor L	bor etanolamin (11%)	100-150 mL/100L	poticanje oplodnje
formiranje plodova	Multi-K	13:0:46	20-25 kg/ha	krupnoća i sjaj jagode
travanj	Multi-Ca	12:12:17	200-500 mL/ha	čvrstoća plodova
početak berbe	Solinure	20:20:20	7 kg/30 000 sadnica	sazrijevanje plodova

Branje Clery sorte trajalo je od 4. do 30. svibnja, a Joly sorte od 16. svibnja do 10. lipnja 2017. godine. Štetni kukcu su praćeni žutim ljepljivim pločama „Bio Plantella“. Ploče su postavljene iznad biljke jagode 26. travnja i pregledavane su do 16. lipnja 2017. godine. Ploče su pregledane svakih sedam dana. Štetni kukci i bolesti praćeni su i vizualnim pregledom. Slučajnim odabirom pregledavalo se 10 biljaka na 10 mjesta u plasteniku i na polju. Vizualni pregled se obavljao od travnja do lipnja. Prisutnost lisnih uši ocjenjivala se prema Banks-ovoj ljestvici (Maceljki, 1999.). U vrijeme cvatnje, na vanjskoj jagodi napravljen je pregled tla kopanjem jama 25x25 cm: na početku, sredini i kraju reda, radi utvrđivanja prisutnosti ličinki pipa. Kopanje je obavljeno 24. travnja 2017. godine. Izabrana su mjesta gdje je uočen slabiji razvoj biljke. Ulovljeni kukci stavljeni su u posudu s alkoholom i determinirani na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku u Laboratoriju za entomologiju i nematologiju.

### Rezultati i rasprava

Prvi vizualni pregled obavljen je 7. travnja 2017. godine. Od štetnika, pregledom su utvrđene pipe roda *Lepyrus*. Na 100 pregledanih biljaka, pipe su pronađene na sedam biljaka. Pipe su zabilježene kako izgrizaju rubove listova (Tablica 2.). Kako je vizualnim pregledom uočen i velik broj izgrizanih peteljki, što je karakterističan simptom napada pipe jagodine peteljke provelo se tretiranje jagode koristeći sredstvo Dali na bazi aktivne tvari imidakloprid (Tablica 3.). Tjedan dana nakon tretiranja broj pipa roda *Lepyrus* se smanjio. Nakon tretiranja u zaštićenome prostoru od 100 pregledanih biljaka sorte Clery, pipa roda *Lepyrus* je pronađena na jednoj biljci dok kod sorte Joly i na polju nije pronađena. Pipe roda *Lepyrus* su u većem broju pronađene kod jagoda u plastenicima, ali uočena je njena pojava i na polju. Njeni domaćini su najčešće iz roda *Salix* (vrbe) koje su se nalazile u blizini plastenika te se pretpostavlja da je s vrbe prešla na jagode (Čamprag, 1973.). Najčešće ih se može naći u parkovima (Cholewicka, 1981.).

Vizualnim pregledom 23. travnja 2017. godine na vanjskoj jagodi uočena je pipa roda *Polydrusus*. Od 100 pregledanih biljaka na pet biljaka je uočena pipa. Kod jagode u plastenicima nije utvrđena. Tretiranje nije obavljeno. Kasnijim vizualnim pregledom na vanjskoj jagodi, 9. svibnja 2017. godine, na svakoj biljci je utvrđena prisutnost pipe roda *Polydrusus*.

**Tablica 2.** Rezultati vizualnog praćenja štetnika

Datum	Vrsta kukca	Brojnost	Sorta jagode
7.4.2017.	<i>Lepyrus</i>	7%	Clery
16.4.2017.	<i>Lepyrus</i>	1%	Clery
23.4.2017.	<i>Polydrusus</i>	5%	Clery (na polju)
9.5.2017.	<i>Polydrusus</i>	100%	Clery (na polju)
9.4.2017.	Lisne uši	1 (Banks)	Joly

Pipe su uočene kako se hrane rubnim dijelovima listova. Ova pipa nije karakterističan štetnik jagode. U radu Humble (2012.) pipa *Polydrusus sericeus* pronađena je na borovnici, lješnjaku te na brezi. Autor navodi da je *Polydrusus sericeus* izraziti polifag koji se brzo proširi na susjedne biljke. *Polydrusus sericeus* je najveće štete radila na vanjskoj jagodi koja je bila najbliže susjednim brezama stoga se može pretpostaviti da je to razlog njene pojave na jagodama.

**Tablica 3.** Prikaz sredstava korištenih za zaštitu jagode

Vrijeme primjene	Naziv sredstva	Količina	Štetni organizam
pojava 2-3 lista	Nordox 75G	200 g/100 l vode	bakterioza (preventivno)
krajem ožujka	Dithane DG	2,1 kg/ ha	antraknoza
30% cvatnje	Switch 62,5	1 kg/ha	siva plijesan (preventivno)
70% cvatnje	Switch 62,5	1 kg/ha	siva plijesan
70% cvatnje	Dali	0,75 l/ha	pipe (preventivno)

Početkom travnja vizualnim pregledom jagoda u zaštićenom prostoru utvrđena je prisutnost lisnih uši te je zaraza ocjenjena s najnižom ocjenom prema Banks-ovoj ljestvici (Tablica 2.). Napad, kao i štete od lisnih uši bile su zanemarive iako se u radovima drugih autora (Gotlin Čuljak i sur., 2015. b) navodi kako sve više dobivaju na značaju radeći velike primarne štete isanjem biljnih sokova te sekundarne izlučujući mednu rosu na koju se naseljavaju gljivice čađavice. Zbog sposobnosti razvijanja velikog broja generacija u kratkom vremenskom razdoblju preporuča se suzbijanje u ranoj fazi zaraze.

Na žutim ljepljivim pločama utvrđena je i prisutnost tripsa u plasteniku. Na biljkama nisu uočeni simptomi napada od ovih štetnika. Prema Raspudić (2016.) jako važna mjera za suzbijanje tripsa je kontrola populacije predatorskim vrstama kao što su stjenice roda *Orius*, bubamare i zlatooke. Budući da je na žutim ljepljivim pločama zajedno s tripsima ulovljen i određeni broj korisnih vrsta, moguće je da je populacija predatorskih vrsta bila dostatna za održavanje populacije tripsa ispod praga štetnosti.

Osim tripsa, pregledom žutih ljepljivih ploča unutar plastenika te na polju zabilježeni su i neki drugi korisni i štetni kukci. Najbrojniji red kukaca koji je ulovljen na pločama je red *Coleoptera* (116). Iz ovog reda zabilježeni su i korisni i štetni kukci (porodice *Chantariidae*, *Mordellidae*, *Coccinellidae*, rod *Phyllotreta*). Puno manji po brojnosti bili su kukci iz reda *Hemiptera* (5- *Pentatomidae*, *Cicadidae*), *Hymenoptera* (6), *Diptera* (3), *Lepidoptera* (11).

Pregledom biljaka jagode 26. travnja 2017. godine utvrđena je pojava sive plijesni (*Botrytis cinerea*). Utvrđen je intenzitet zaraze od 1%. Zaštita je obavljena 27. travnja 2017. godine koristeći botriticid Switch na bazi aktivnih tvari (37,50% ciprodinil, 25,00% fludioksinil) (Tablica 3.). U radu Svitlica i sur. (2005.) istraživana je utjecaj različitih aktivnih tvari (iprodion, pyrimethanil, fludioksinil+cyprodinil) na pojavu sive plijesni na dvije sorte vinove loze te je zaključeno da je fungicid Switch (fludioksinil+cyprodinil) imao najuspješnije djelovanje, na varijantama gdje je primijenjen zaraza je bila u najslabijem intenzitetu.

Pregled tla se vršio zbog utvrđivanja prisutnosti ličinki pipa roda *Lepyrus* koje se razvijaju i hrane na korijenu biljke domaćina (Bayer i Winkelmann, 2005.). Budući da ovim pregledom nije utvrđena niti jedna ličinka pipa pretpostavlja se da je jagoda bila dopunski domaćin za ove pipe koje su došle s obližnjih vrba.

### Zaključak

Od najznačajnijih štetnika u ovom istraživanju pronađene su pipe roda *Polydrusus* i *Lepyrus* koje su štete radile izgrizajući rubne dijelove listova jagode. Ove pipe štetnici su šumskih vrsta te se pretpostavlja da su na nasade jagode došle iz obližnje šume. Nastale štete nisu utjecale na prinos jagode, a primjena kemijskih sredstava za zaštitu je smanjila njihovu brojnost. Od bolesti na jagodama je uočena siva plijesan koja je tretirana botriticidom koji je zaustavio dalji razvoj bolesti. Iako na jagodi nisu utvrđeni najznačajniji štetnici iz navedenih rezultata je vidljiv značaj prostorne izolacije navedene kulture.

### Literatura

1. Antonova, V., Tsołova, E. (2016): Evaluation of resistance of selected strawberry cultivars to *Rhynchites germanicus* Herbst and *Anthonomus rubi* Herbst (Coleoptera: Curculionidae). *Bulgarian Journal of Crop Science*, 53(4), 27-33.
2. Bayer, C., Winkelmann, H. (2005): Rote Liste und Gesamtartenliste der Rüsselkäfer (Curculionoidea) von Berlin. In: *Der Landesbeauftragte für Naturschutz und Landschaftspflege/Snatsverwaltung für Stadtentwicklung* (Hrsg.), 1-107.
3. Cholewicka, K. (1981): Curculionids (Coleoptera, Curculionidae) of Warsaw and Mazovia. *Memorabilia Zoologica*, 34, 235-260.
4. Čamprag, D. (1973): Štetočine šećerne repe u Jugoslaviji, Mađarskoj, Rumuniji i Bugarskoj sa posebnim osvrtom na važnije štetne vrste. *Forum*, Novi Sad, 190.
5. Gotlin Čuljak (2015 a): Jagodine pipe. *Glasilo biljne zaštite*, 15(5), 328-330.
6. Gotlin-Čuljak, T., (2015. b): Lisne uši na jagodama. *Glasilo biljne zaštite*, 5(5), 315- 318.
7. Humble, L. M. (2012): First record of *Polydrusus sericeus* (Schaller) (Coleoptera: Curculionidae) in Western North America. *The Coleopterists Bulletin*, 66(1), 72-73.
8. Maceljiski, M., Igrc-Barčić, J. (1999): Poljoprivredna entomologija. Zrinski d.d. Čakovec.
9. Miličević, T., (2015 a): Siva plijesan ili trulež plodova jagode. *Glasilo biljne zaštite*, 15(5), 351-353.
10. Miličević, T., (2015 b): Bolesti lišća jagode. *Glasilo biljne zaštite*, 15(5), 343-350.
11. Petrova, V., Čudare, L., Laugale, V., Jankevica, L. (2005): Occurrence and biodiversity of weevils (Coleoptera, Curculionoidea) on strawberry and observations of the blossom weevil (*Anthonomus rubi* Hbst) damage to 13 strawberry cultivars. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 5 (1), 27 - 34.
12. Raspudić, E. (2016): Tripsi – štetnici rajčice. *Glasilo biljne zaštite*, 16(5), 428-432.
13. Solomon, M. G., Jay, C. N., Innocenzi, P. J., Fitzgerald, J. D. Crook, D., Crook, A. M., Easterbrook, M. A., Cross, J. V. (2010): Review: Natural Enemies and Biocontrol of Pests of Strawberry in Northern and Central Europe. *Biocontrol Science and Technology*, 11(2), 165-216.
14. Svitlica, B., Čosić, J., Vrandečić, K., Mesić, J. (2005): Intensity of attack of *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. on the cv. Graševina and Traminac grapes and the efficiency of botryticides. *Poljoprivreda*, 11(2), 44-48.

## Strawberry protection against harmful organisms

### Abstract

Strawberry production is under threat of large number of harmful organisms. The aim of this research was to investigate the occurrence of diseases and insect's pests on two varieties of strawberries Clery and Joly at family farm "Cifrić" in 2017. The trials were conducted from the beginning of March to the end of June. Harmful organisms were monitored by yellow sticky traps and visual method. The appearance of the weevils of *Polydrusus* and *Lepyrus* genus was identified. These insects are not characteristic pests for strawberries. The weevils damaged leaves but chemical treatment was done timely and there was no significant damage. A large number of Thysanoptera insects were found on yellow sticky traps, but there was no damage on plants. Diseases were monitored visually and only the appearance of gray mold (*Botrytis cinerea*) was noticed, but in very low intensity. Although no characteristic pests were found on the strawberries it is evident that spatial isolation of strawberry is very important.

**Key words:** Clery, Joly, *Polydrusus*, *Lepyrus*, *Botrytis cinerea*

## Kontrola prisutnosti GMO soje, kukuruza i pšenice na hrvatskom tržištu namijenjene za ljudsku prehranu

Petra Vukorepa, Biljana Crevar, Ivana Dodlek Šarkanj, Tihomir Kovač, Bojan Šarkanj

*Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku,  
F. Kuhača 20, Osijek, Croatia, e-mail: bojan.sarkanj@ptfos.hr*

### Sažetak

Genetska modifikacija je molekularno-biološka tehnika koja rezultira promjenama u genetskom materijalu svih vrsta živućih organizama. Prema definiciji Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), pod pojmom genetski modificiranih organizmima (GMO) se smatraju organizmi (biljke, životinje ili mikroorganizmi) kojima je genetski materijal promijenjen na način koji se ne inače ne odvija prirodnim procesom rekombinacije. Genetski modificirana hrana podrazumijeva hranu proizvedenu od genetskih modificiranih biljaka ili životinja. U ovom radu je ispitana prisutnost genetski modificirane soje, kukuruza i pšenice prisutne na tržištu Republike Hrvatske. Prisutnost genetske modifikacije je ispitana u 40 uzoraka soje, 40 uzoraka kukuruza te 20 uzoraka pšenice kroz prisutnost CP4 EPSPS (5-enolpiruvilshikimat-3-fosfat sintetaza) proteina, kao markera genetske insercije CP4 epsps gena u transgene biljke. Rezultati istraživanja nisu pokazali prisutnost genetske modifikacije, odnosno CP4 EPSPS proteina u niti jednom ispitanim uzorku, odnosno pokazali su kako uzorci podvrgnuti analizi nisu genetski modificirani.

**Cljučne riječi:** GMO, soja, kukuruz, pšenica, CP4 EPSPS

### Uvod

Genetski modificirana hrana podrazumijeva hranu proizvedenu od genetskih modificiranih biljaka ili životinja. Pomoću tehnologije rekombinantne DNA geni se mogu prenositi iz jednog organizma u drugi. Nasuprot tome, negativne strane genetski modificirane hrane vezane su za brigu ljudi za zdravlje i okoliš (Nagaich, 2015.). Trenutno na tržištu postoji više od 200 različitih genetski modificiranih (GM) usjeva s različitim ekspresijom osobina, za koje je izdano odobrenje za konzumaciju za prehranu ljudi i životinja. Toleriranje herbicida je svojstvo koje dominira od samih početaka komercijalizacije GM usjeva (Zhang i sur., 2016.) te je široko korišteno u biljci soje. Procjena okolišnih rizika koji se povezuju s genetskim inženjersvom biljaka u obzir uzima vrstu biljke, vrstu gena, protein ili genski produkt koji nastaje, fenotip transgena kao i namjenu korištenja biljke koja podliježe navedenom procesu. Prema izvješću Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA, eng. European Food Safety Authority) dopušteni sadržaj genetski modificiranih organizama u hrani ne smije prelaziti koncentraciju od 0,9% (EFSA GMO Panel, 2017.). Cilj ovog rada je odrediti prisutnost CP4 EPSPS (5-enolpiruvilshikimat-3-fosfat sintetaza) proteina koji služi kao marker za genetsku inserciju cp4 epsps gena u transgenim biljkama. Literaturni podaci upućuju da se CP4 EPSPS protein vrlo brzo razgrađuje u probavnom sustavu sisavaca, kao i da nije označen kao toksičan niti alergen za druge organizme. Također, procjenitelji rizika su u obzir uzeli i sličnost strukture te funkciju gena odgovornog za ekspresiju CP4 EPSPS proteina s drugim biljnim endogenim EPSPS enzimima (Okunuki, 2002.; Alibhai i Stallings, 2001.).

## Materijali i metode

Uzorci soje (40 uzoraka), kukuruza (40 uzoraka), te pšenice (20 uzoraka) namijenjeni humanoj prehrani nasumično su izuzeti s područja cijele Hrvatske. Izuzeti uzorci su samljeveni uz upotrebu laboratorijskog mlina (IKA® M20, Njemačka) te tako usitnjeni do analize čuvani u zamrzivaču pri -20 C. U plastične epruvete od 1,5 mL odvagano je 500 mg uzorka te pomiješano s 750 µL vode. Sadržaj epruvete je vorteksiran tijekom 30 sekundi (IKA® VORTEX 3, Njemačka). Za detekciju rezultata ekspresije cp4 epsps gena odgovornih za CP4 EPSPS protein upotrijebljen je AgraStrip® RUR Seed & Leaf test (RomerLabs, Tulln, Austria) prema uputama proizvođača. Test se bazira na imunokemijskoj detekciji proteina preko lateralnog toka.

## Rezultati i rasprava

U Republici Hrvatskoj je uporaba GM regulirana Zakonom o genetski modificiranim organizmima (NN 70/2005; 137/2009), a Pravilnikom (NN 29/13) definiran postupak stavljanja GM proizvoda na tržište te Napatkom (NN 83/13) sustav obavještanja Ministarstva zdravlja prilikom stavljanja na tržište Republike Hrvatske GM hrane i GM hrane za životinje odobrene od Europske unije.

Ovim istraživanjem je obuhvaćeno ukupno 100 uzoraka soje, kukuruza i pšenice nasumično izuzetih s područja Republike Hrvatske. Ukoliko se pogleda sama zastupljenost pojedinih ispitivanju podvrgnutih biljnih vrsta, uočava se njihova nejednaka zastupljenost na području Republike Hrvatske (Slika 1.). Razlog nejednakošći broja uzoraka po županijama je njihova zastupljenost na poljima u tim županijama. Primjerice, kukuruz, soja i pšenica se najvećim dijelom uzgajaju u Slavoniji, dok su najmanje prisutni na području Istre i Kvarnera. Također, u Dalmaciji se kukuruz najvećim dijelom uzgaja na području Dalmatinske zagore, odnosno na području Trilja i Sinja.



**Slika 1.** Raspodjela nasumično izuzetih uzoraka soje, kukuruza i pšenice s područja Republike Hrvatske. Bojom su označeni dominantni uzorci iz pojedinih županija, a gradijentom broj uzoraka.

Kako je ranije navedeno, prema Izvješću EFSE (čl. 24) dopušteni sadržaj GM organizama (GMO) u hrani koji ne smije prelaziti koncentraciju od 0,9%. Međutim, uz izuzetak hrane za životinje koja sadrži tvari koje sadrže GMO ili se od njih sastoje ili su od njih proizvedene, u omjeru koji ne prelazi 0,9% hrane za životinje i svake hrane za životinje od koje se sastoji, a pod uvjetom da je ta prisutnost slučajna ili tehnički neizbježna. Zakonska se regulativa odnosi na hranu koja se kao takva dostavlja krajnjem potrošaču ili dobavljačima na veliko unutar EU, a koja sadrži GMO ili se od njih sastoji ili je proizvedena od GMO ili sadrži od njih proizvedene sastojke (EFSA GMO Panel, 2017.).



**Tablica 1.** Prikaz raspodjele prikupljenih uzoraka soje, kukuruza i pšenice uzoraka prema vrsti i podrijetlu pojedinog uzorka te rezultat određivanja prisutnosti genetske modifikacije (GM).

Broj uzoraka	Vrsta uzorka	Županija	GM (+/-)	
12	soja	Brodsko-posavska	-	
11		Osječko-baranjska	-	
6		Vukovarsko-srijemska	-	
2		Međimurska	-	
2		Požeško-slavonska	-	
1		Virovitičko-podravska	-	
1		Krapinsko-zagorska	-	
1		Karlovačka	-	
1		Bjelovarsko-bilogorska	-	
1		Varaždinska	-	
1		Zagrebačka županija	-	
1		Zadarska	-	
11		kukuruz	Brodsko-posavska	-
9			Osječko-baranjska	-
3	Splitsko-dalmatinska		-	
2	Vukovarsko-srijemska		-	
2	Virovitičko-podravska		-	
1	Ličko-senjska		-	
1	Sisačko-moslavačka		-	
1	Koprivničko-križevačka		-	
1	Zadarska		-	
1	Krapinsko-zagorska		-	
1	Međimurska		-	
1	Primorsko-goranska		-	
1	Bjelovarsko-bilogorska		-	
1	Varaždinska		-	
1	Karlovačka		-	
1	Istarska		-	
1	Dubrovačko-neretvanska		-	
1	Šibensko-kninska		-	
4	pšenica		Osječko-baranjska	-
3			Bjelovarsko-bilogorska	-
3		Vukovarsko-srijemska	-	
2		Brodsko-posavska	-	
2		Požeško-slavonska	-	
2		Virovitičko-podravska	-	
1		Ličko-senjska	-	
1		Varaždinska	-	
1		Koprivničko-križevačka	-	
1		Međimurska	-	

Rezultati određivanja prisutnosti GM u izuzetim uzorcima prikazani su u Tablici 1. Analizom svih uzoraka soje, kukuruza i pšenice s područja Republike Hrvatske nije utvrđena prisutnost CP4 EPSPS proteina, markera genetske insercije cp4 epsps gena. Navedeno ukazuje kako se u niti jednom slučaju nije dokazala genetska modifikacija soje, kukuruza ili pšenice s područja Republike Hrvatske. Također, na osnovi rezultata istraživanja može se zaključiti kako su u slučaju ispitivanih uzoraka poštivani Zakon o genetski modificiranim organizmima (NN 70/2005; 137/2009) s pripadajućim Pravilnikom (NN 29/13) i Naputkom (NN 83/13).

### Zaključak

Rezultati kontrole prisutnosti genetski modificirane soje, kukuruza i pšenice na hrvatskom tržištu namijenjene za ljudsku prehranu nisu pokazali prisutnost genetske modifikacije kao ni CP4 EPSPS proteina u niti jednom ispitanom uzorku, odnosno pokazali su kako uzorci izuzeti s područja Republike Hrvatske te podvrgnuti analizi nisu genetski modificirani.

### Literatura

1. EFSA GMO Panel (EFSA Panel on Genetically Modified Organisms) 2017 (2017): Scientific Opinion on guidance for the risk assessment of the presence at low level of genetically modified plant material in imported food and feed under Regulation (EC) No 1829/2003. *EFSA Journal*, 15(11), 5048
2. Zakon o genetski modificiranim organizmima, Narodne novine, br. 70/2005; 137/2009
3. Pravilnik o sadržaju prijave i tehničke dokumentacije za stavljanje na tržište genetski modificiranih organizama ili proizvoda koji sadrže i/ili se sastoje ili potječu od genetski modificiranih organizama te o uvjetima označavanja i pakiranja genetski modificiranih organizama ili proizvoda koji sadrže i/ili se sastoje ili potječu od genetski modificiranih organizama, Narodne novine, br. 29/2013
4. Naputak o stavljanju na tržište Republike Hrvatske genetski modificirane hrane i genetski modificirane hrane za životinje odobrene na tržištu europske unije, Narodne novine, br. 83/2013
5. Okunuki, H., Teshima, R., Shigeta, T., Sakushima, J., Akiyama, H., Goda, Y., Toyoda, M., Sawada, J. (2002): Increased digestibility of two products in genetically modified food (CP4-EPSPS and Cry1Ab) after preheating. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi*, 43(2), 68-73.
6. Alibhai, M. F., Stallings, W. C. (2001): Closing down on glyphosate inhibition - with a new structure for drug discovery. *Proc Natl Acad Sci USA*, 98, 2944-2946.
7. Nagaich, U. (2015): Recombinant DNA technology: A revolutionizing outlook. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology and Research*, 6(4), 147.
8. hang, C., Hu, R., Huang, J., Huang, X., Shi, G., Li, Y., Yin, Y., Chen, Z. (2016): Health effect of agricultural pesticide use in China: implications for the development of GM crops. *Scientific Reports*, 6, 34918.

## Control of GMO soybean, corn and wheat for human consumption on Croatian market

### Abstract

Genetic modification is a molecular-biological technique for alterations in the genetic material of all kind of living organisms. According to the World Health Organization definition, genetically modified organisms include organisms (plants, animals or microorganisms) in which the genetic material has been altered in a way that does not occur naturally by mating and/or natural recombination. Genetically modified foods refer to foods produced from genetically modified plants or animals. In this paper, the presence of genetically modified soybeans, maize and wheat present on the market of the Republic of Croatia was determined. In total 40 samples of soybeans, 40 maize samples, and 20 wheat samples were randomly sampled and the presence of CP4 EPSPS (5-enolpyruvisschikimat-3-phosphate synthetase) protein as marker for genetic insertion of CP4 epsps gene in transgenic plants was tested. The results of all samples were negative, meaning that the samples do not contain the specified protein, i.e. they do not contain genetic modification.

**Key words:** GMO, soybean, maize, wheat, CP4 EPSPS

## Multi-class pesticide residues validation in sour cherries by LC-MS/MS in accordance with SANTE/11813/2017

Tijana Stojanović<sup>1</sup>, Vojislava Bursić<sup>1</sup>, Marina Đukić<sup>2</sup>, Gorica Vuković<sup>2</sup>,  
Aleksandra Petrović<sup>1</sup>, Dušan Marinković<sup>1</sup>, Tijana Zeremski<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8,  
Novi Sad, Serbia, e-mail: [tijana.stojanovic@polj.edu.rs](mailto:tijana.stojanovic@polj.edu.rs)

<sup>2</sup>Institute of Public Health, Bul. despota Stefana 54a, 11000 Belgrade, Serbia

<sup>3</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Serbia

### Abstract

An analytical method was validated using liquid chromatography with tandem mass spectrometry for the routine analysis of 96 multi-class pesticide residues in sour cherries. QuEChERS extraction of the pesticides was used. The optimal ionization conditions were selected for each pesticide in the same run. The procedure was validated according to SANTE/11813/2017 and the values of recovery, precision, linearity, limit of detection and limit of quantification were established. The average recoveries obtained for each pesticide ranged from 72.4 to 119.8% at four fortification levels. The good linearity was obtained with the R<sup>2</sup> over 0.99. The limit of quantification was 0.01 mg/kg which is in accordance with the residue levels established by the European legislation.

Key words: pesticide residues, sour cherries, validation, SANTE/11813/2017, LC-MS/MS

### Introduction

The presence of pigments such as chlorophyll, carotenoids and anthocyanins in extracts is a potential problem in pesticide analyses (Vuković et al., 2016). In order to reduce the sour cherry matrix influence on the detection of pesticide residues by LC-MS/MS the substances which have a strong affinity towards planar molecules can be used for further clean-up (graphitized carbon black-GCB, primary-secondary amine-PSA, activated carbon-AC) (Bursić et al., 2016). In order to obtain a competitive product for the market it is necessary to apply a many treatment of the fruits aimed at the control of diseases and pests. On our market there are 46 compounds registered for the use in cherry protection out of which 19 are insecticides, 5 acaricides and 22 fungicides (Petrović and Sekulić, 2017). Since cherry fruit is predominantly used as fresh food and to a lesser extent in food processing there is a justified concern that, due to a great number of treatments, cherry fruit can contain pesticide residues above the maximum residue levels – MRLs (Bursić et al., 2013). In other to obtained the analytical quality control to support the validity of the data used for checking the compliance with maximum residue limits, enforcement actions, or assessment of consumer exposure to pesticides in the EU it is necessary to validate the method in accordance with the EU Regulations. The analysis of pesticides has proved to be extremely complex and extensive as the substances with a different polarity must be qualified and quantified in a large number of commodities (Rasche et al., 2015). The method validation

and quality control procedures for pesticide residues analysis in food and feed were conducted in accordance with SANTE/11813/2017 which we used in our research to validate the multi-class pesticide residues analyses in sour cherries by LC-MS/MS.

## Materials and methods

**Chemicals and reagents.** Acetonitrile (HPLC grade) was purchased from J.T.Baker. The QuEChERS kits were purchased from Agilent. The certified standards of 96 pesticides studied were purchased from Dr. Ehrenstorfer. All the standards had purities exceeding 97.0%. The stock solutions were prepared in acetonitrile, at nearest 1.0 mg/mL. The working standard solution (standard mix of 96 pesticides) was prepared in acetonitrile at 10 µg/mL. This solution was used to prepare the calibration standards from 0.01 to 0.10 µg/mL. They were used to obtain the calibration curves in the solvent and matrix.

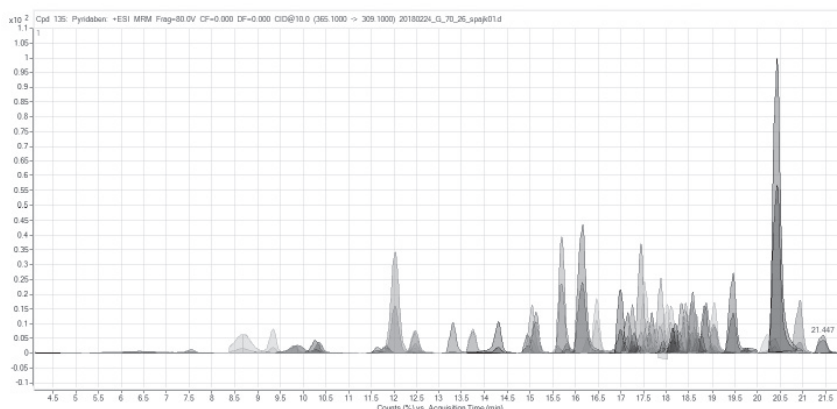
**Samples extraction and clean-up procedures.** The sour cherries samples were extracted by QuEChERS method described by Anastassiades et al. (2003). For the extraction, 10.0 g of the sour cherries sample were weighed into a 50 mL polypropylene centrifuge tube, the internal standard (IS) and 10 mL of acetonitrile were added and the solution was stirred for 1 min using a vortex mixer. Then, 4.0 g of anhydrous MgSO<sub>4</sub>, 1.0 g NaCl, 1.0 g of trisodium citrate dihydrate and 0.5 g of disodium hydrogen citrate sesquihydrate were added to the tube and the solution was stirred again (1 min), followed by centrifugation for 5 min (4000 rpm). Aliquot of 6 mL of the extract was transferred to 15 mL polypropylene centrifuge tube containing 900 mg of anhydrous MgSO<sub>4</sub>, 150 mg of PSA and 15 mg of GBC. The extract was vigorously shaken for 1 min. After the centrifugation for 5 min aliquot was filtrated through PTFE 0.45 µm filter and injected into the LC-MS/MS.

**LC-MS/MS analysis.** The chromatographic analysis was performed using a liquid chromatography (Agilent 1200 Series) with tandem mass spectrometry (Agilent Technologies 6410 Triple Quad LC/MS) (LC-MS/MS). The separation was performed using an Zorbax Eclipse XDB C18 column (50 mmx4.6mm; 1.8 µm) at 25 °C. As mobile phase was used methanol with 0.1% formic acid (solvent A) and 0.1% formic acid in water (solvent B), which established the following gradient: 0 min - 90% B; 2 min - 90% B; 15 min - 10% B; 20 min - 2% B; 25 min - 2% B and post time 5 min, with the total run time of 30 min. The mobile phase flow rate was maintained at 0.4 mL min<sup>-1</sup> and the injection volume was 5 µL. The MS source temperature was set at 325 °C, vaporizer 225 °C, nitrogen gas flow 5 Lmin<sup>-1</sup>, nebulizer pressure 40 psi. The target ion transition with the highest intensity (primary ion transition) was used for quantitation, whereas the second target ion transition was used for confirmation. The instrument uses MassHunter software version B.06.00 (Agilent Technologies, 2012) for quantitation and confirmation calculations.

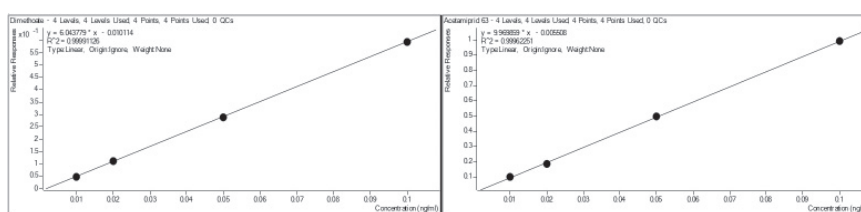
Method validation. Linearity, LOD, LOQ, matrix effect, recovery and precision were determined according to SANTE/11813/2017. The evaluation of the linearity range was checked for five fortification levels (0.005, 0.01, 0.02, 0.05 and 0.1 µg/mL) in organic solvent and matrix. Recovery was obtained by spiking sour cherries in the concentration range from 0.01 to 0.1 mg/kg. The limit of detection (LOD) was estimated in the MRM mode analysis as the lowest concentration level that yielded S/N ratio of five.

## Results and discussion

**Linearity and matrix effect.** According to the results, the compounds showed good response in the range of 0.005 to 0.1 µg/mL (Figure 1). Therefore, the method is selective, showing good linearity, expressed by the values of R<sup>2</sup>>0.99 for all investigated pesticides (Figure 2). The results indicate a strong matrix effect (more than 15%) for more than 70 pesticides.



**Figure 1.** Overlapped MRM (multiple reaction monitoring mode) chromatograms of the analyzed pesticides (spike chary samples C=0.1 mg/kg)



**Figure 2.** Examples of calibration curves for dimethoate and acetamiprid

LOD and LOQ. LOQs were established on 0.01 mg/kg and were conformed experimentally while the LODs were calculated by MassHunter software and all values were below 0.005 mg/kg.

Recovery. The recovery studies were assessed at four levels by spiking blank sour cherries samples at 0.01, 0.02, 0.05 and 0.1 mg/kg. The 94 from 96 analyzed pesticides showed recovery ranging from 72.4 to 119.8% and %RSD between 1.36 and 17.72%. According to the Document SANTE/11813/2017, the accuracy is considered satisfactory with recovery in the range from 70.0 to 120.0% with the %RSD <20%. Methoxyfenozide and hexathiazox have the recovery <70% (56.8 and 36.8%, respectively). Generally, the accuracy and precision results were satisfactory to all investigated pesticides, according to the EU criteria.

## Conclusion

The LC/MS-MS was a suitable technique for qualitative and quantitative analysis of pesticide residues in sour cherries. The linearity and selectivity were satisfactory for 96 multi-class pesticides. The LODs and LOQs were below the MRLs established in the Regulation (EC) No 396/2005. Matrix effect was observed for most pesticides. The method showed the acceptable precision and accuracy proposed by SANTE/11813/2017. The validated method can be efficiently applied to routine analysis of sour cherries on the market and improve food safety.

## Acknowledgements

*The authors acknowledge the financial support of the Ministry of Education and Science, Republic of Serbia, Project Ref. TR31038.*

## Literature

1. Bursić, V., Vuković, G., Špirović, B., Lazić, S., Pucarević, M., Zeremski, T. (2013): QuEChERS method for determination of pesticide residues in cherries. *Agriculture & Forestry*, 59 (3), 91-100.
2. Bursić, V., Vuković, G., Petrović, A., Špirović-Trifunović, B., Meseldžija, M., Cara, M., Petrović, M. (2016): Sorbent influence on matrix effects during validation of pesticide residues in sour cherries: Statistical approach. *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Presoviensis, Natural –Science, Biology-Ecology*, XLIII, 16-21.
3. Vuković, G., Bursić, V., Agarski, M., Zeremski, T., Đurović-Pejčev, R., Marinković, D., Petrović M. (2016): QuEChERS pesticides extraction using EMR sorbent. *Second International Symposium of Veterinary Medicine – ISVM, Proceedings, 22-24 June, Belgrade, Serbia*, 256-262.
4. Raschea, C., Fournes, B., Dirks, U., Speer, K. (2015): Multi-residue pesticide analysis (gas chromatography–tandem mass spectrometry detection)—Improvement of the quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe method for dried fruits and fat-rich cereals—Benefit and limit of a standardized apple purée calibration (screening). *Journal of Chromatography A*, 1403, 21-31.
5. Petrović, M., Sekulić, J. (2017): Sredstva za zaštita Bilja u prometu u Srbiji. *Biljni lekar, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu*.
6. European Commission, DG-SANTE: Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues and analysis in food and feed. *SANTE/11813/2017, Brussels*.
7. Anastassiades, M., Lehota, S.J., Stajnbauer, D., Schenck, F. (2003): Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive solid-phase extraction” for the determination of pesticide residues in produce. *J AOAC Int.*, 86, 412–431.
8. Bursić, V., Vuković, G., Špirović, B., Lazić, S., Pucarević, M., Zeremski, T. (2013): QuEChERS method for determination of pesticide residues in cherries. *Agriculture and Forestry*, 59 (3), 91-100.

## Validacija LC-MS/MS metode multirezidualnog određivanja ostataka pesticida u višnjama u skladu sa SANTE/11813/2017

### Sažetak

Validirana je analitička metoda za rutinsku analizu ostataka 96 pesticida u višnjama upotrebom tekuće kromatografije sa tandemskom masenom spektrometrijom. Za ekstrakciju je korištena QuEChERS metoda. Optimalni uvjeti ionizacije bili su postavljeni za svaki pesticid u istom ubrizgavanju. Validacija je izvršena u skladu sa smjernicama SANTE 11813/2017 dokumenta uz određivanje prinosa ekstrakcije, preciznosti, linearnosti, granice detekcije i granice kvantifikacije. Prosječni prinosi ekstrakcije, za četiri koncentracijska nivoa, ispitivanih pesticida su se kretali od 72,4 do 119,8%. Dobivena je dobra linearnost sa R<sup>2</sup> iznad 0,99. Granica kvantifikacije bila je 0,01 mg/kg, što je u skladu sa nivoima ostataka pesticida utvrđenih europskim zakonodavstvom.

**Cljučne riječi:** rezidui pesticida, višnje, validacija, SANTE/11813/2017, LC-MS/MS

## Species diversity of cyclopoids (Crustacea: Copepoda) at SNR “Stari Begej - Carska bara”

Tijana Stojanović<sup>1</sup>, Martina Mezei<sup>1</sup>, Aleksandra Petrović<sup>1</sup>, Vojislava Bursić<sup>1</sup>,  
Gorica Vuković<sup>2</sup>, Branka Ljevnaić-Mašić<sup>1</sup>, Jasna Grabić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8,  
21000 Novi Sad, Serbia, e-mail: [tijana.stojanovic@polj.edu.rs](mailto:tijana.stojanovic@polj.edu.rs)

<sup>2</sup>Institute of Public Health of Belgrade, Bulevar Despota Stefana 54a, 11000 Belgrade, Serbia

### Abstract

Cyclopoids (Crustacea: Copepods) have a multiple role in aquaculture, as micropredators, food for small fish and amphibians, parasites, intermediate hosts of certain parasites and the hosts and vectors of pathogens responsible for some human and animal diseases. Because of their sensitivity, copepods are widely used as the bioindicators of water quality, eutrophication, pollution levels and presence of contaminants. The presence of pesticides and their residues, other pollutants and environment hazardous substances in the water, as well as their interaction with zooplankton and other organisms in the trophic chains, are important issues in ecotoxicological and environmental studies. The aim of this study was to obtain preliminary results of cyclopoid species diversity and abundance at SNR “Stari Begej – Carska bara”. During six months research period, 72 adult specimens of three copepod species from one order were collected. The only present genera were Cyclops and Acanthocyclops with the highest registered abundance in October. The poor richness and abundance of cyclopoids represent the status of the SNR “Stari Begej – Carska bara”, in the terms of its pollution level and anthropogenic influence. Although, the low number of the observed copepod species during summer could be explained by the normal life cycle diapause.

**Key words:** Copepods, Zooplankton, Carska bara, Species diversity, Bioindicators

### Introduction

The cyclopoids (Cyclopoida) are an order of the subclassis Copepoda and subphylum Crustacea. Most copepod species, at least in their later developmental stages, are efficient predators and therefore important members of the food chains in aquatic ecosystems, both fresh and marine. They exhibit various hunting and feeding techniques, which enable them to prey on a wide range of planktonic animals, from protozoans to small cladocerans, but the rotifers are often the most preferred prey (Brandl, 2005). According to Piasecki et al. (2004), copepods have a multiple role in aquaculture, as they are: micropredators, food for small fish and amphibians, parasites, intermediate hosts of certain parasites and the hosts and vectors of pathogens responsible for some human and animal diseases.

Copepods are very sensitive to the toxic effects of the agrochemicals. However, depending on concentration, the pesticides may either suppress or stimulate these zooplanktonic organisms, though, according to Braginskii et al. (1979) pesticides almost always lead to their elimination in freshwater biocenoses. Among all chemicals used in agriculture, pesticides have the most



serious affect on the environment, as they are specifically designed to kill and/or suppress organisms (which impacts both, the target and non-target), and they are released into the natural environment intentionally (Hanazato, 2001). The pesticides used in agriculture demonstrate multiple effects, targeting all levels of biodiversity, including, molecules, cells, tissues, organs, individuals, populations and communities (Bursić et al., 2015).

Copepods, as well as other aquatic organisms, prefer habitats with stabile and constant physical, chemical and biological features and therefore, variations in one or more of these abiotic and biotic factors could lead to their stress or even death. Because of their sensitivity to small changes in the environment, short generation time and possible parthenogenesis, copepods are widely used as the bioindicators of water quality, eutrophication, pollution levels and presence of contaminants (Balakrishna et al., 2013). The copepod species and spatial diversity, abundance and seasonal dynamics are parameters which could be used for very sensitive and accurate assessment of the aquatic ecosystems conditions.

The special nature reserve (SNR) "Stari Begej - Carska bara" is located at the alluvial plane of the river Begej and the Tisza, in vicinity of their confluence. This area gained its first protection status in 1955, but the national decree on the proclamation of the Special Nature Reserve "Stari Begej - Carska bara" was republished in 2011, when 4,726 ha were protected in three degrees with different regimes. The SNR "Stari Begej – Carska bara" is divided into three zones, in some of which human activity is strictly limited. The largest part of the protected area belongs to the third protection zone that serves for recreation with the rural tourism development as the future goal. According to IUCN (International Union for Conservation of Nature), SNR "Stari Begej – Carska bara" belongs to the IV category of Habitat and species management area, and in 1996, has been proclaimed as an area of the international significance by the Ramsar Convention, as the wetland of international importance. The SNR "Stari Begej-Carska bara" is also included in the IBA project (International Bird Area), the IPA project (Important Plant Ares) and it is under the UNESCO protection.

Regardless of all attempts to protect this area, it is still under strong anthropogenic influence, namely because of the vicinity of the fishpond and surrounding agroecosystems (arable land). Therefore, the aim of this study was to obtain preliminary results of cyclopoid species diversity and abundance at SNR "Stari Begej – Carska bara".

### Material and methods

The study was conducted during 2017 at SNR "Stari Begej - Carska bara". In order to obtain the list of present cyclopoid species, the water was sampled monthly from June till December, at two localities: "Traktor bara" and "Pristan" localities, both in the third protection zone. The water sample was taken from the boat, at the central position of the lake, on average depth of 0.5 m. For qualitative and quantitative analysis of cyclopoid status the water samples were taken using Standard Ruttner Water Samplers (1000 ml volume). In order to increase positive sampling results plankton nets were used for qualitative determination of species diversity. All samples were stored in plastic bottles, labelled and transported to the laboratory for the further analysis. The copepod species were identified according to standard determination keys, particularly based on the adult's morphological characters (especially P5 in adult specimens).

### Results and discussion

During six months research period, 72 adult specimens of three copepod species from one order were collected (Table 1). The only present genera were Cyclops and Acanthocyclops: Cyclops vicinus, Acanthocyclops robustus, Acanthocyclops vernalis.

Copepods have prominent vertical migrations, which could be ontogenetic, seasonal or diel vertical migrations (Ratajac, 1978). Ontogenetic migrations are usually caused by metamorphosis of certain life stages. Copepods have a complex life cycle: six naupliar, five copepodid stages and an adult stage. The diapause in copepods life cycle could occur through the production of resting eggs or due to the development interruption, usually in mature copepodid stages (Seebens et al., 2009).

**Table 1.** The copepod species found at SNR "Carska bara"

Species	Genus	Famillia	Ordo
Cyclops vicinus Ulyanin, 1875	Cyclops Müller O.F.,1785	Cyclopidae	Cyclopoida
Acanthocyclops robustus (Sars G.O., 1863)	Acanthocyclops Kiefer, 1927		
Acanthocyclops vernalis (Fischer, 1853)			

The low number of the observed copepod species during summer (Table 2) could be explained by the diapause. There are several reasons for copepods to initiate or terminate the diapause. The diapause usually occurs in the sediment at the bottom of the lake and could be initiated by numerous factors such as: temperature, photoperiod, density, predator kairomones, food quality and maternal necessity. The high predation pressure during summer and the herbivorous nauplii dependence on a high food availability, could also be the cause for the summer diapause of *C. vicinus* (Seebens et al., 2009). Furthermore, the time of diapause initiation could be controlled by photoperiod.

**Table 2.** The adult copepod abundance found at SNR "Carska bara"

Species	CV		AR		AV	
	TB	P	TB	P	TB	P
June	0	2	0	0	0	0
July	0	6	0	7	0	1
August	1	0	0	0	0	0
September	0	6	0	0	0	0
October	9	1	5	15	5	6
November	0	0	1	6	0	1
December	0	0	0	0	0	0

Legend: CV – *C. vicinus*; AR – *A. robustus*; AV – *A. vernalis*;  
TB – Traktor bara; P - Pristan

The seasonal migrations of copepods are determined by the water regime and period of the year, especially by the seasonal changes of water temperatures, saturated oxygen, pH, available food sources and predation (Neill, 1990). According to Yigit (2006), zooplankton abundance is higher in spring and autumn and lower in summer and winter, as their abundance is limited by nutrient availability. The wild life of SNR "Carska bara", including the copepods, are affected by the numerous factors that endanger their existence, such as: frequent changes in water supply that directly influence the water level regime, eutrophication, natural succession and anthropogenic influence, including pollution and persistence and accumulation of pesticides and other agrochemicals. According to Ratajac (1978), in shallow lakes and ponds, copepods

are susceptible to diel vertical migrations, migrating from the water surface to the bottom, depending on numerous factors. Diel vertical migration is a mechanism that permits copepods to exploit more favorable habitats within the water body (Batchelder et al., 2002).

Furthermore, pesticides along with the other abiotic and biotic factors play a crucial role in cyclopoids (copepods) species diversity and population dynamics. The accumulated residues of pesticides in the zooplankton represent the main environmental hazard, as they are transferred to the higher trophic levels (Day, 1990).

### Conclusions

During six months research period, 72 adult specimens of three copepod species: *C. vicinus* (34.72%), *A. robustus* (47.22%) and *A. vernalis* (18.06%). The highest abundance of all three species was detected in October at both prospected localities. The poor richness and abundance of cyclopoids represent the status of the SNR "Stari Begej – Carska bara", in the terms of its pollution level and anthropogenic influence, although the low number of the observed copepod species during summer could be explained by the normal life cycle diapause.

### Acknowledgements

The authors acknowledge the financial support of the Ministry of Education and Science, Republic of Serbia, Project Ref. III43005.

### References

1. Balakrishna D., Mahesh T., Samatha D., Ravinder R.T. (2013): Zooplankton Diversity Indices of Dharmasagar Lake, Warangal District (A.P.). *International Journal of Research in Biological Sciences*, 3(3), 109-111.
2. Batchelder H.P., Edwards C.A., Powell T.M. (2002): Individual-based models of copepod populations in coastal upwelling regions: implications of physiologically and environmentally influenced diel vertical migration on demographic success and nearshore retention. *Progress in Oceanography*, 53(2-4), 307-333.
3. Braginskii L.P., Breskaravainaya V.D., Shcherban' E.P. (1979): Reaction of freshwater phyto- and zooplankton to pesticides. *Biol Bull Acad Sci USSR*, 6(4), 487-493.
4. Brandl Z. (2005): Freshwater Copepods and Rotifers: Predators and their Prey. *Hydrobiologia*, 546 (1), 475-489.
5. Bursić V., Vuković G., Petrović A., Meseldžija M., Zeremski T., Jurišić A., Rajković D. (2015): Insight into the present pesticide contamination and copepods status (Crustacea: Copepoda) of surface water in irrigation canals in Vojvodina. *Proceedings of the First International Symposium of Veterinary Medicine (ISVM2015) "One Health - New Challenges"*, 21-23 May 2015, Vrdnik, Serbia, 283-289.
6. Day K.E. (1990): Pesticide residues in Freshwater and Marine Zooplankton: A Review. *Environmental Pollution*, 67, 205-222.
7. Hanazato T. (2001): Pesticide effects on freshwater zooplankton: an ecological perspective. *Environmental Pollution*, 112, 1-10.
8. Neill W.E. (1990): Induced vertical migration in copepods as a defence against invertebrate predation. *Nature*, 345, 524-526.
9. Piasecki, W., Goodwin A.E., Eiras J.C., Nowak B.F. (2004): Importance of Copepoda in Freshwater Aquaculture. *Zoological Studies*, 43(2), 193-205.
10. Ratajac R. (1978): Seasonal dynamics and distribution of copepods in some Vojvodina waters. PhD thesis, University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Novi Sad.
11. Seebens H., Einsle U., Straile D. (2009): Copepod life cycle adaptations and success in response to phytoplankton spring bloom phenology. *Global Change Biology*, 15(6), 1394-1404.
12. Yiğit S. (2006): Analysis of the Zooplankton Community by the Shannon-Weaver Index in Kesikköprü Dam Lake, Turkey. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(2), 216-220.

## Specijski diverzitet ciklopoida (Crustacea: Copepoda) SNR “Stari Begej - Carska bara”

### Sažetak

Ciklopoide (Crustacea: Copepoda) imaju višestruku ulogu u akvakulturi kao mikropredatori, hrana za sitnu ribu, riblju mlad i vodozemce, kao paraziti, prelazni domaćini, rezervoari i vektori patogeni značajnih za zdravlje ljudi i životinja. Ciklopoide su vrlo osjetljivi organizmi i zbog toga se širom svijeta koriste kao bioindikator kvalitete vode, eutrofikacije, stupnja zagađenosti i prisustva kontaminanata. Prisustvo pesticida i njihovih ostataka, drugih polutanata i tvari opasnih za životnu sredinu, kao i njihova interakcija sa zooplanktonom i drugim vodenim organizmima u okviru lanaca ishrane, predstavljaju važne parametre u ekotoksikologiji i studijama o zaštiti životne sredine. Cilj rada je utvrđivanje raznolikosti vrsta i abundancije ciklopoida u SNR “Stari Begej – Carska bara”. Tijekom šestomjesečnog istraživanja, prikupljeno je 72 adulta tri vrste ciklopoida, koje pripadaju jednom redu. Jedini prisutni rodovi bili su Cyclops i Acanthocyclops sa najvišom zabilježenom abundancijom u listopadu. Mala raznovrsnost u vrstama i abundancija ciklopoida ukazuju na trenutni status SNR “Stari Begej – Carska bara” u smislu nivoa zagađenja i antropogenog utjecaja, iako se nizak broj determiniranih vrsta kopepoda tijekom ljetnjeg perioda može objasniti i dijapauzom kao normalnom fazom u ciklusu razvoja.

**Ključne riječi:** kopepode, zooplankton, Carska bara, raznolikost vrsta, bioindikator

## Alelopatski potencijal vodenih ekstrakata vrsta iz porodice Solanaceae na salatu

Renata Baličević<sup>1</sup>, Marija Ravlić<sup>1</sup>, Matej Šimić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: mravlic@pfos.hr

<sup>2</sup>Student Poljoprivrednog fakulteta Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

### Sažetak

U radu je istraživana utjecaj vodenih ekstrakata korovnih vrsta bijeli kužnjak (*Datura stramonium* L.) i crne pomoćnice (*Solanum nigrum* L. emend. Miller) na klijavost sjemena i rast klijanaca salate. Pokus je proveden u laboratorijskim uvjetima u Petrijevim zdjelicama s vodenim ekstraktima od suhe mase stabljike i lista korovnih vrsta u koncentraciji od 5%. Vodeni ekstrakti pokazali su značajan negativan utjecaj na smanjenje klijavosti u svim istraživanim tretmanima. Inhibitorno djelovanje zabilježeno je i na rast klijanaca, a posebice u tretmanu s ekstraktom lista crne pomoćnice gdje je smanjenje iznosilo 100%. Biljne vrste razlikovale su se u svom alelopatskom potencijalu, pa je u prosjeku crna pomoćnica imala jače negativno djelovanje. Ekstrakti lista pokazali su veći negativni utjecaj na klijavost sjemena i svježiu masu klijanaca.

**Ključne riječi:** alelopatija, bijeli kužnjak (*Datura stramonium*), crna pomoćnica (*Solanum nigrum*), klijavost, salata

### Uvod

Alelopatija predstavlja djelovanje jedne biljke, gljive ili mikroorganizma na drugu posredstvom kemijskih spojeva (alelokemikalija) koje se izlučuju u okoliš (Rice, 1984.). Alelokemikalije su prisutne u svim biljnim vrstama i biljnim organima (Narwal, 2005.), te njihovo oslobađanje utječe na interakcije u prirodnim sustavima i agroekosustavima (Alam i sur., 2001.). Utvrđivanje alelopatskog potencijala korovnih vrsta, posebice na kulturne biljke, pridonosi boljem poznavanju njihove biologije, a time i mogućnosti njihovog suzbijanja (Ravlić, 2015.).

Bijeli kužnjak (*Datura stramonium* L.) i crna pomoćnica (*Solanum nigrum* L. emend. Miller) jednogodišnje su korovne vrste iz porodice Solanaceae. Bijeli kužnjak raste na antropogenim staništima, i to najčešće ruderalnim, a prisutan je i na pašnjacima, te u oranicama bogatim dušikom, u vinogradima te vrtovima (Knežević, 2006., Nikolić i sur., 2014.). Crna pomoćnica zabilježena je kao korovna vrsta diljem svijeta, a u našim proizvodnim uvjetima najčešća je na oranicama u okopavinskim usjevima (krumpir, šećerna repa, soja, suncokret, kukuruz), ali isto tako i u voćnjacima, vrtovima te na ruderalnim staništima (Holm i sur., 1991.; Knežević, 2006.). Obje vrste su vrlo otrovne i sadrže brojne alkaloidne (Knežević, 2006.), te je zabilježen njihov alelopatski utjecaj na industrijsko i krmno bilje, žitarice, povrće, ali i korove (Šćepanović i sur., 2007.; Marinov-Serafimov, 2010.; Sabh i Ali, 2010.; Pacanoski i sur., 2014.; Ravlić, 2015.).

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj vodenih ekstrakata od suhe biljne mase vrsta bijeli kužnjak (*D. stramonium*) i crne pomoćnice (*S. nigrum*) na klijavost sjemena i parametre rasta klijanaca salate.

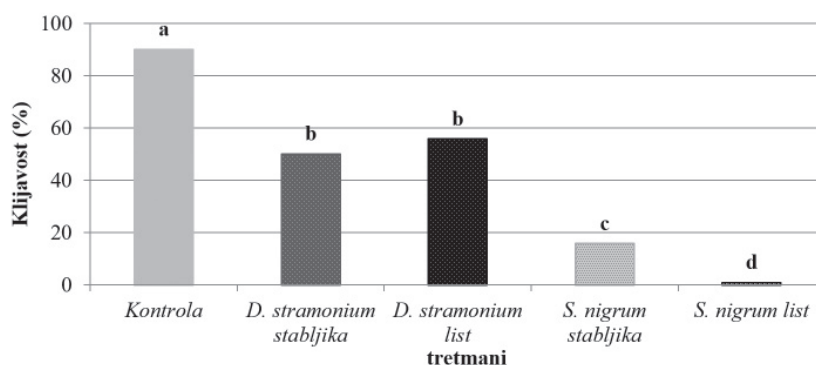
### Materijal i metode

Pokus je proveden tijekom 2016./2017. godine u Laboratoriju za fitofarmaciju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Nadzemna masa korovnih vrsta bijeli kužnjak (*D. stramonium*) i crna pomoćnica (*S. nigrum*) prikupljena je na području Osječko-baranjske županije u netretiranom usjevu soje. U laboratoriju su biljke očišćene od nečistoća i tla, te su primjerci bez vidljivih oštećenja i bolesti razdvojeni na stabljiku i list. Na zraku osušena biljna masa dodatno je sušena u sušioniku pri konstantnoj temperaturi od 70 °C tijekom 72 sata. Nakon sušenja biljni dijelovi samljeveni su u prah pomoću mlina, te do pokusa čuvani u papirnatim vrećicama na suhom mjestu.

Vodeni ekstrakti pripremljeni su prema modificiranoj metodi Norsworthy (2003.) potapanjem 50 g suhog biljnog materijala u 1000 ml destilirane vode. Nakon 24 sata mješavine su procijeđene kroz muslinsko platno te filtrirane kroz filter papir čime su dobiveni vodeni ekstrakti koncentracije 5%. U pokusu je kao test vrsta korišteno sjeme salate (cv. Majska kraljica) koje je dezinficirano potapanjem u 1% otopinu NaOCl tijekom 20 minuta, te višestrukim ispiranjem destiliranom vodom (Siddiqui i sur., 2009.). Pokus je postavljen po potpuno slučajnom planu u četiri ponavljanja te ponovljen dva puta. Tretmani u pokusu sastojali su se od naklijavanja 30 sjemenki salate u Petrijevim zdjelicama na filter papiru navlaženom s 3 ml vodenog ekstrakta. U kontrolnom tretmanu korištena je destilirana voda. Sjeme je naklijavano 7 dana na sobnoj temperaturi. Alelopatijski potencijal procijenjen je na kraju pokusa mjerenjem ukupne klijavosti, duljine korijena i izdanka klijanaca, svježe mase klijanaca te indeksa vigora klijanaca (SVI = Seedling Vigor Indeks) (SVI = duljina klijanaca x klijavost sjemena, Abdul-Baki i Anderson, 1973.). Dobiveni podatci su obrađeni računalno u programu Excel (izračun srednjih vrijednosti) te analizirani statistički analizom varijance (ANOVA), dok su razlike između srednjih vrijednosti tretmana testirane LSD testom na razini 0,05.

### Rezultati i rasprava

Vodeni ekstrakti od suhe mase bijelog kužnjaka i crne pomoćnice statistički su značajno smanjili klijavost sjemena salate (Grafikon 1.). Najveće smanjenje klijavosti zabilježeno je u tretmanu s listom crne pomoćnice i iznosilo je 99,1%. Ekstrakti stabljike i lista bijelog kužnjaka pokazali su manji inhibitorni utjecaj koji je iznosio oko 35%.



Grafikon 1. Alelopatijski utjecaj vodenih ekstrakata biljnih vrsta iz porodice Solanaceae na klijavost (%) salate

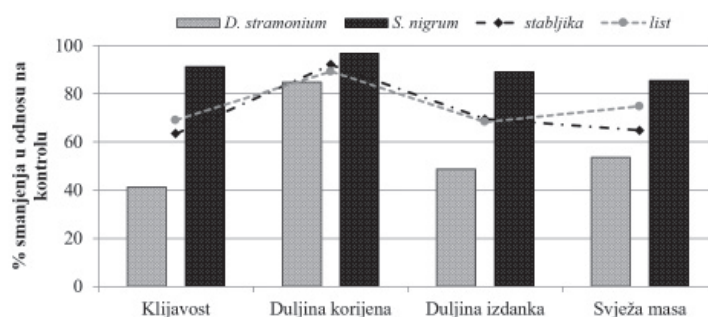
Duljina korijena i izdanka klijanaca salate snižena je značajno u svim tretmanima (Tablica 1.). Najveće smanjenje zabilježeno je u tretmanima s ekstraktima stabljike i lista crne pomoćnice gdje je inhibitorski učinak iznosio i do 100%. Svježa masa klijanaca salate također je smanjena u svim tretmanima, posebice s ekstraktima crne pomoćnice. Negativan utjecaj zabilježen je i na indeks vigora klijanaca koji je smanjen od 71,8 do 100%.

**Tablica 1.** Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata biljnih vrsta iz porodice Solanaceae na parametre rasta salate

Tretman	Duljina korijena (cm)	Duljina izdanka (cm)	Svježa masa (mg)	SVI
Kontrola	1,76 a	2,30 a	15,90 a	364,6 a
D. stramonium stabljika	0,15 c	0,89 c	6,70 bc	52,1 c
D. stramonium list	0,38 b	1,46 b	8,04 b	102,8 b
S. nigrum stabljika	0,13 c	0,50 d	4,55 c	10,1 d
S. nigrum list	0,0 d	0,0 e	0,0 d	0,0 d

Prosječne vrijednosti označene s istim slovom unutar svake kolone nemaju statistički značajne razlike na razini  $p < 0,05$

Negativan utjecaj vodenih ekstrakata crne pomoćnice zabilježili su Baličević i sur. (2015.) koji navode smanjenje klijavosti sjemena dva kultivara luka za 29,4% odnosno 20,1%. Značajno smanjenje klijavosti sjemena soje, grahorice i graška u tretmanima s vodenim ekstraktima crne pomoćnice bilježi i Marinov-Serafimov (2010.) posebice s porastom koncentracije ekstrakata i do 100%. Smanjenje klijavosti sjemena kukuruza u tretmanima s vodenim ekstraktima od svježe mase bijelog kušnjaka utvrdili su Šćepanović i sur. (2007.). Negativan utjecaj ekstrakata crne pomoćnice zabilježen je i na rast klijanaca usjeva (Aleksieva i Marinov-Serafimov, 2008.; Baličević i sur., 2015.; Ravlić 2015.) i korova (Sabh i Ali, 2010.). Suprotno tome, u pokusima Šćepanović i sur. (2007.) ekstrakti od svježe mase bijelog kušnjaka imali su pozitivno djelovanje na duljinu korijena kukuruza za više od 30% u odnosu na kontrolu. Djelovanje vodenih ekstrakata ovisi o koncentraciji, stanja biljne mase (Ravlić, 2015.; Marinov-Serafimov, 2010.), ali i test vrstama (Verma i Rao, 2006.) te među različitim genotipovima iste test vrste (Aleksieva i Marinov-Serafimov, 2008.).



**Grafikon 2.** Razlike u djelovanju biljnih dijelova i vrsta iz porodice Solanaceae na klijavost i rast klijanaca salate

Biljne vrste razlikovale su se u svom alelopatskom potencijalu, pa su u prosjeku vodeni ekstrakti crne pomoćnice pokazali veće negativno djelovanje na sve mjerene parametre. Razlike u djelovanju različitih korovnih vrsta na istu test vrstu navode i drugi autori (Verma i Rao, 2006.; Marinov-Serafimov, 2008.), čak i među vrstama koje pripadaju istoj porodici (Baličević i sur., 2016.), a posljedica su različitog sadržaja alelokemikalija u vodenim ekstraktima (Golubina i Ilieva, 2014.).

Ekstrakti lista korovnih vrsta u prosjeku su imali jače negativno djelovanje na klijavost i svježiu masu klijanaca salate. Biljni dijelovi razlikuju se u svom alelopatskom potencijalu, a najčešće listovi, odnosno nadzemni dijelovi posjeduju veći negativni utjecaj, posebice u odnosu na korijen (Šćepanović i sur., 2007., Ravlić, 2015.). Girija i Gowri (2008.) navode da vodeni ekstrakti i lista i ploda crne pomoćnice sadrže tanine, terpenoide, alkaloidne, fitosterole i glikozide, međutim samo je u ekstraktu ploda zabilježena prisutnost saponina.

### Zaključak

Dobivenim rezultatima utvrđen je značajan negativan utjecaj vodenih ekstrakata istraživanih vrsta na klijavost i rast salate. Također su zabilježene razlike među biljnim vrstama te se crna pomoćnica pokazala kao vrsta s jačim negativnim alelopatskim potencijalom.

### Literatura

1. Abdul-Baki A.A., Anderson J.D. (1973): Vigour determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Science*, 13, 630–633.
2. Alam, S.M., Ala, S.A., Azmi, A.R., Khan, M.A., Ansari, R. (2001): Allelopathy and its role in agriculture. *Journal of Biological Sciences*, 1 (5), 308-315.
3. Aleksieva, A., Marinov-Serafimov, P. (2008): A study of allelopathic effect of *Amaranthus retroflexus* (L.) and *Solanum nigrum* (L.) in different soybean genotypes. *Herbologia*, 9 (2), 47-58.
4. Baličević, R., Ravlić, M., Čuk, P., Šević, N. (2015): Allelopathic effect of three weed species on germination and growth of onion cultivars. U: *Proceedings & abstract of the 8th International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection*, Baban, M., Rašić, S. (ur.), Glas Slavonije d.d., Osijek. 205-209.
5. Baličević, R., Ravlić, M., Kleflin, J., Tomić, M. (2016): Allelopathic activity of plant species from Asteraceae and Polygonaceae family on lettuce. *Herbologia*, 16 (1), 23-30.
6. Girija, S., Gowri, S. (2008): Allelopathic effect of *Solanum nigrum* on *Pisum sativum*, *Eleusine coracana* and *Trigonella foenum graecum*. *Biomedical & Pharmacology Journal*, 1 (1), 185-194.
7. Golubina I., Ilijeva A. (2014): Allelopathic effect of water extracts of *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Convolvulus arvensis* L. and *Cirsium arvense* Scop. on early seedling growth of some leguminous crops. *Pesticides and Phytomedicine*, 29 (1), 35-43.
8. Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P. (1991): *The world's worst weeds: distribution and biology*. University of Hawaii Press, Honolulu.
9. Knežević, M. (2006): *Atlas korovne, ruderalne i travnjačke flore*. Sveučilište u Osijeku Poljoprivredni fakultet, Osijek.
10. 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.
11. Narwal, S.S. (2005): Role of allelopathy in crop production. *Herbologia*, 6 (2), 1-66.
12. Nikolić, T., Mitić, B., Boršić, I. (2014): *Flora Hrvatske: invazivne biljke*. Alfa d.d. Zagreb.
13. Norsworthy, J. K. (2003): Allelopathic potential of wild radish (*Raphanus raphanistrum*). *Weed Technology*, 17, 307-313.
14. Pacanoski, Z., Velkoska, V., Týr, Š., Vereš, T. (2014): Allelopathic potential of jimsonweed (*Datura stramonium* L.) on the early growth of maize (*Zea mays* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Central European Agriculture*, 15 (3), 198-208.
15. Ravlić, M. (2015): *Alelopatsko djelovanje nekih biljnih vrsta na rast i razvoj usjeva i korova* (Doktorski rad). Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
16. Rice, E.L. (1984): *Allelopathy*. Academic Press, London.
17. Sabh, A.Z.E., Ali, I.H.H. (2010): Allelopathic activity of nightshade (*Solanum nigrum* L.) on seedling growth of certain weeds and crops. *Annals of Agricultural Science, Ain Shams University, Cairo*, 55 (1), 87-94.



18. Siddiqui S., Bhardwaj S., Khan S.S., Meghvanshi M.K. (2009): Allelopathic effect of different concentration of water extract of *Prosopis juliflora* leaf on seed germination and radicle length of wheat (*Triticum aestivum* Var-Lok-1). *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 4 (2), 81-84.
19. Šćepanović, M., Novak, N., Barić, K., Ostojić, Z., Galzina, N., Goršić, M. (2007): Alelopatski utjecaj korovnih vrsta *Abutilon theophrasti* Med. i *Datura stramonium* L. na početni razvoj kukuruza. *Agronomski glasnik*, 69, 459-472.
20. Verma, M., Rao, P.B. (2006): Allelopathic effect of four weed species extracts on germination, growth and protein in different varieties of *Glycine max* (L.) Merrill. *Journal of Environmental Biology*, 27 (3), 571-577.

### Allelopathic potential of water extracts from plant species of Solanaceae family on lettuce

#### Abstract

The paper explores the effect of water extracts from weed species jimsonweed (*Datura stramonium* L.) and black nightshade (*Solanum nigrum* L. emend. Miller) on seed germination and seedling growth of lettuce. The experiment was carried out in laboratory conditions in Petri dishes with water extracts from dry stem and leaf weed biomass in concentrations of 5%. Water extracts showed a significant negative effect on seed germination in all investigated treatments. Inhibitory effect was also observed on the seedlings growth, especially in the treatment with black nightshade leaf extract where the reduction amounted to 100%. Plant species differed in their allelopathic potential and on average the black nightshade showed a stronger negative effect. Leaf extracts proved to have a greater negative impact on seed germination and fresh weight of seedlings.

**Key words:** allelopathy, jimsonweed (*Datura stramonium*), black nightshade (*Solanum nigrum*), germination, lettuce

## Insekticidni i alelopatski potencijal ljupčaca (*Levisticum officinale* Koch)

Pavo Lucić<sup>1</sup>, Marija Ravlić<sup>1</sup>, Vlatka Rozman<sup>1</sup>, Renata Baličević<sup>1</sup>,  
Anita Liška<sup>1</sup>, Marko Župarić<sup>2</sup>, Dino Grubišić<sup>2</sup>, Ivan Paponja<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: mravlic@pfos.hr

<sup>2</sup>Student Poljoprivrednog fakulteta Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku

### Sažetak

Ljupčac (*Levisticum officinale* Koch) je višegodišnja aromatična biljka iz porodice Apiaceae. U pokusu je istražen insekticidni i alelopatski potencijal vodenog ekstrakta ljupčaca. Insekticidna učinkovitost ekstrakta ljupčaca testirana je kroz tri koncentracije (2, 6 i 10%) na dvjema vrstama skladišnih kukaca (*Rhizopertha dominica* Fab. i *Tribolium castaneum* Herbst), dvije različite površine (staklo i drvo) i tri ekspozicije (4, 24 i 48 h). Zadovoljavajući mortalitet *R. dominica* postignut je na staklenoj površini pri svim koncentracijama, dok insekticidni učinak na *T. castaneum* nije zabilježen. Alelopatski utjecaj ekstrakta ljupčaca u različitim koncentracijama (2, 4, 6, 8 i 10%) istražen je na kljavost i rast kljanaca kelja i sjetvene grbice. Povećanjem koncentracije ekstrakta povećao se i alelopatski učinak te je postignut potpuni inhibitorski učinak svih parametara kod kelja pri koncentraciji od 8% te kod sjetvene grbice pri koncentraciji od 6%.

**Ključne riječi:** ljupčac, skladišni štetnici, vodeni ekstrakti, insekticidni učinak, alelopatija

### Uvod

Današnji trendovi u poljoprivrednoj proizvodnji i zaštiti bilja okrenuti su smanjenju primjene kemijskih pripravaka. Unatoč visokoj učinkovitosti njihova česta uporaba uzrokuje niz negativnih posljedica koje se očituju pojavom rezistentnosti štetnih organizama, rezidua u hrani i sirovinama, te onečišćenju okoliša i štetnih utjecaja na neciljane organizme (Macías i sur., 2003.; Ducom, 2012.). U sklopu integriranog pristupa zaštite bilja i poljoprivrednih proizvoda primjena ekstrakata i eteričnih ulja aromatičnih biljaka moguća je alternativa konvencionalnim pripravcima (Hrudová i sur., 2006.) u uskladištenim prostorima (Lucić i sur., 2017.). Aromatične biljke mogu se primijeniti i kao biljke s alelopatskim potencijalom u cilju suzbijanja korova ili promocije rasta usjeva (Farooq i sur., 2013., Ravlić, 2015.). Ljupčac (*Levisticum officinale* Koch) je višegodišnja aromatična biljka iz porodice Apiaceae čiji listovi, sjeme i korijen sadrže eterična ulja s primjenom u prehrambenoj, parfemskoj i duhanskoj industriji (Hrudová i sur., 2006.; Samiee i sur., 2006.; Raal i sur., 2008.). Pojedini autori navode učinkovitost vodenih ekstrakata ljupčaca u suzbijanju skladišnih štetnika (Hrudová i sur., 2006.) i korovnih vrsta (Đikić, 1999.; Ravlić, 2015.). Istraživanja su provedena u cilju testiranja insekticidnog i alelopatskog utjecaja vodenih ekstrakata nadzemne suhe mase ljupčaca.

## Materijal i metode

Biljni materijal prikupljen je na području Osječko-baranjske županije. Prikupljene su biljke neposredno pred cvatnju te je nadzemna masa osušena u laboratorijskom sušioniku pri konstantnoj temperaturi od 60 °C tijekom 24 h. Osušena biljna masa usitnjena je na laboratorijskom kugličnom mlinu za mljevenje uzoraka visoke finoće čestica Retsch® PM 100. Vodeni ekstrakti pripremljeni su prema modificiranoj metodi Norsworthy (2003.) potapanjem 10 g biljnoga materijala u 100 ml destilirane vode. Nakon 24 sata mješavina je procijeđena kroz muslinsko platno i filter papir čime je dobiven ekstrakt koncentracije 10%. Razrjeđivanjem destiliranom vodom dobiveni su ekstrakti koncentracija 2, 4, 6 i 8%.

### *Test A – Insekticidni utjecaj vodenog ekstrakta na skladišne kukce*

Djelotvornost ekstrakta ljupčaca testirana je na dvjema vrstama kozmopolitskih skladišnih štetnika: žitni kukuljičar *Rhyzopertha dominica* (Fab.) i kestenjasti brašnar *Tribolium castaneum* (Herbst). Kao medij za uzgoj kukaca korištena je pšenica s 13,5% vlage za *R. dominica*, a za *T. castaneum* kombinacija oštrog pšeničnog brašna i suhog kvasca u omjeru 10:1. Test kukci su uzgojeni u kontroliranim uvjetima (29±1 °C; 70-80% rvz; u tami). Ekstrakt ljupčaca apliciran je Kartell mikropipetom na dvjema različitim površinama u količini od 20 ml m<sup>-2</sup> po uzorku, a kistom je izvršena disperzija u tankom sloju. Ukupno je postavljeno četiri tretmana uključujući kontrolni tretman i tri koncentracije (2, 6 i 10%) ekstrakta ljupčaca. Svaki tretman je primijenjen na površinu od 78,54 cm<sup>2</sup> po uzorku, a nakon 60 s od aplikacije introducirano je 20 odraslih jedinki kukaca obaju spolova po tretmanu i po vrsti kukca. Tretmani su poklopljeni Petrijevim zdjelicama s odgovarajućom površinom kako bi se kukci zadržali na tretiranoj površini. Kontrola je postavljena na isti način, ali bez primjene ekstrakta. Kroz mortalitet jedinki praćeno je inicijalno djelovanje ekstrakata, nakon tri ekspozicije: 4, 24 i 48 sati nakon introdukcije kukaca.

### *Test B – Alelopatijski utjecaj vodenih ekstrakata ljupčaca na kelj i sjetvenu grbicu*

Pokus je postavljen po potpuno slučajnom planu u pet ponavljanja. Kao test vrste korišteno je sjeme kelja (*Brassica oleracea* var. *sabauda* L.) (cv. Željezna glava) odnosno sjetvene grbice (*Lepidium sativum* L.) (cv. Glatkolisna). U Petrijeve zdjelice na filter papir navlažen s 3 ml ekstrakta stavljano je po 30 sjemenki test vrste. U kontrolnom tretmanu filter papir vlažen je destiliranom vodom. Sjeme test vrsta naklijavano je 7 dana pri temperaturi od 22 °C, nakon čega su izmjereni klijavost (%), duljina korijena i izdanka (cm) te svježa i suha masa klijanaca (mg).

Rezultati oba pokusa statistički su analizirani jednosmjernom analizom varijance (ANOVA) u računalnom programu SAS/STAT Software 9.3. (2013- 2014), a statistička značajnost razlika utvrđena je Tukey's testom i LSD testom na razini vjerojatnosti 0,05.

## Rezultati i rasprava

Test A. Rezultati testiranog ekstrakta ljupčaca ukazuju na različito insekticidno djelovanje ovisno o vrsti štetnika, površini, koncentraciji i ekspoziciji (Tablica 1.). U tretmanu s *R. dominica* najviši mortalitet (93,3%) pri najkraćoj ekspoziciji (4 h) pri najvećoj koncentraciji (10%) postignut je na staklenoj površini i to statistički značajno viši u odnosu na kontrolu i koncentraciju od 2%. Produljenjem ekspozicije mortalitet *R. dominica* se povećao na staklenoj površini, ali ne statistički značajno. Na drvenoj površini je postignuto insekticidno djelovanje tek pri najvišoj koncentraciji i to statistički značajno viši u odnosu na kontrolu i ostale tretmane. Produljenjem ekspozicije mortalitet se nije mijenjao. Ekstrakt ljupčaca nije postigao insekticidno djelovanje na *T. castaneum* niti pri najvišoj koncentraciji niti pri najvišoj ekspoziciji kako na staklenoj tako i na drvenoj površini. Testirani ekstrakt je postigao insekticidno djelovanje na *R. dominica* na staklenoj i dr-

venoj površini. Na staklenoj površini postignut je viši mortalitet u odnosu na drvenu površinu, vjerojatno zato što je drvena površina upila ekstrakt nakon primjene odnosno prije početka insekticidnog djelovanja (Adeduntan, 2015.). Popoola (2013.) navodi da insekticidna svojstva određenih biljnih vrsta postaju intenzivnija nakon određenog vremena. Doumbia i sur. (2014.) navode da *T. castaneum* ima deblju i tvrđu kutikulu u odnosu na *R. dominica*, što može biti razlog veće osjetljivosti *R. dominica* na ekstrakt ljupčaca. Slične rezultate osjetljivosti *R. dominica* i *T. castaneum* na biljne supstance zabilježili su Lucić i sur. (2017.). Određene komponente biljaka uzrokuju insekticidno djelovanje kod skladišnih kukaca (Maga i sur., 2000.). Provedenim testiranjem različitih biljnih ekstrakata Najafabidi i sur. (2014.) zaključuju da *T. castaneum* pripada skupini vrlo otpornih štetnika na biljne ekstrakte. Međutim, Hrudová i sur. (2006.) utvrdili su insekticidno djelovanje ekstrakta ljupčaca na *Tribolium confusum* Duval pri ekspoziciji od 72 h.

**Tablica 1.** Insekticidno djelovanje ekstrakta *L. officinale* na *R. dominica* i *T. castaneum* nakon 4., 24. i 48. sata ekspozicije na dvjema vrstama površina

Površina	Konc.	Mortalitet (%)±StD <sup>1,2</sup>		
		Ekspozicija		
		4 h	24 h	48 h
<i>R. dominica</i>				
Staklo	kontrola	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA
	2%	60,0±17,32 bA	70,0±10,00 bA	73,3±11,55 bA
	6%	80,0±10,00 bcA	93,3±5,77 cA	93,3±5,77 cA
	10%	93,3±11,55 cA	96,6±5,77 cA	96,6±5,77 cA
Drvo	kontrola	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA
	2%	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA
	6%	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA
	10%	13,3±5,77 bA	13,3±5,77 bA	13,3±5,77 bA
<i>T. castaneum</i>				
Staklo	kontrola	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA
	2%	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA
	6%	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA
	10%	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA
Drvo	kontrola	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA
	2%	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA
	6%	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA
	10%	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA	0,0±0,00 aA

<sup>1</sup>Prosječne vrijednosti u istoj koloni pri istoj ekspoziciji za pojedini tretman označene istim malim slovom nisu statistički značajno različite (Tukey's HSD, P<0.05)

<sup>2</sup>Prosječne vrijednosti u istom redu za pojedinu ekspoziciju kod pojedinog tretmana označene istim velikim slovom nisu statistički značajno različite (Tukey's HSD, P<0.05)

Test B. Vodeni ekstrakti od suhe biljne mase ljupčaca pokazali su značajni alelopatski utjecaj na klijavost i rast klijanaca kelja i sjetvene grbice (Tablica 2.). Klijavost sjemena obje test vrste snižena je statistički značajno u svim tretmanima, posebice pri dvije najviše koncentracije gdje je zabilježena inhibicija od 100%. Isto tako, duljina korijena i izdanka te svježa masa obje vrste sma-

njena je značajno i do 100% u svim tretmanima porastom koncentracije ekstrakta. Suha masa klijanaca povećana je u tretmanu s ekstraktom najniže koncentracije, ali ne i statistički značajno, dok su više koncentracije ekstrakta djelovale inhibitorno. Slične rezultate s ekstraktima od suhe nadzemne mase ljupčaca bilježe i Ravlić (2015.) u čijim su pokusima ekstrakti koncentracije 5% i 10% inhibirali klijavost sjemena i rast klijanaca jednogodišnjih i višegodišnjih korovnih vrsta. Đikić (1999.) također navodi smanjenje klijavosti rusomače (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) do 65% s ekstraktima od svježe nadzemne mase ljupčaca. S druge strane, Stratu i sur. (2012.) nisu utvrdili značajan negativan utjecaj ekstrakata od svježe mase ljupčaca na klijavost leće i rotkvice, čak ni pri vrlo visokom koncentracijama (20%), nego samo na duljinu korijena klijanaca. Razlike u alelopatskom djelovanju osim o koncentraciji vodenog ekstrakta, ovise i o stanju biljne mase, ali i o test vrsti (Marinov-Serafimov, 2010., Ravlić, 2015.), što je potvrđeno i u provedenom pokusu s obzirom da se sjetvena grbica pokazala kao osjetljivija. Izrazito negativno djelovanje ljupčaca može biti posljedica prisutnosti velike količine monoterpena u ulju (85,8%) i ekstraktu (52,9%) (Samiee i sur., 2006.), spojeva koji pokazuju značajno alelopatsko djelovanje (Kordali i sur., 2007.).

**Tablica 2.** Alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata *L. officinale* na kelj i sjetvenu grbicu

Konc. vodenog ekstrakta	Klijavost (%)	Duljina korijena (cm)	Duljina izdanka (cm)	Svježa masa (mg)	Suha masa (mg)
Kelj					
kontrola	96,0 a	2,66 a	1,90 a	16,06 a	2,25 a
2%	65,3 b	0,53 b	1,45 b	10,87 b	2,34 a
4%	24,7 c	0,21 c	0,26 c	1,78 c	0,74 b
6%	16,7 d	0,16 c	0,19 cd	1,46 c	0,52 b
8%	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 c	0,0 b
10%	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 c	0,0 b
Sjetvena grbica					
kontrola	92,0 a	3,17 a	2,01 a	12,55 a	1,83 a
2%	54,0 b	0,47 b	0,68 b	6,71 b	2,04 a
4%	8,7 c	0,20 bc	0,13 c	2,30 c	0,40 b
6%	0,0 d	0,0 c	0,0 c	0,0 d	0,0 c
8%	0,0 d	0,0 c	0,0 c	0,0 d	0,0 c
10%	0,0 d	0,0 c	0,0 c	0,0 d	0,0 c

Prosječne vrijednosti označene s istim slovom unutar svake kolone nemaju statistički značajne razlike na razini  $p < 0,05$

## Zaključak

Vodeni ekstrakt ljupčaca ostvario je visoki insekticidni učinak na *R. dominica* na staklenoj površini te inhibiciju svih parametara na kelju i sjetvenoj grbici, što ukazuje na visoki potencijal ljupčaca u zaštiti bilja koji je okolišno prihvatljiv.

## Literatura

- Adeduntan, S.A. (2015): The termicidal of some plant material on some selected wood species. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 9 (2), 986-995.
- Doumbia, M., Gondo Duan, B., Kwadjo, K.E., Kra, D.K., Martel, V., Dagnogo, M. (2014): Effectiveness of diatomaceous earth for control of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium*

- castaneum and *Palorus subdepressus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Product Research*, 57, 1-5.
3. 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.
  4. Đikić, M. (1999): Allelopathic effects of the extracts of aromatic and medicinal plants on the germination of weed seeds. U: *Proceedings of the 11th European Weed Research Society Symposium*, Basel, Switzerland, p. 75.
  5. Farooq, M., Bajwa, A.A., Cheema, S.A., Cheema, Z.A. (2013): Application of allelopathy in crop production. *Int. Jour. of Agriculture and Biology*, 15 (6), 1367-1378.
  6. Hrudová, E., Kocourková, B., Zelená, V. (2006): Insecticidal effect of carrot (*Daucus carota*) and lovage (*Levisticum officinale*) (Apiaceae) extracts against *Tribolium confusum* Jaquelin du Duval, 1868 (Coleoptera, Tenebrionidae). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 54 (1), 165-168.
  7. Kordali, S., Cakir, A., Sutay, S. (2007): Inhibitory effects of monoterpenes on seed germination and seedling growth. *Journal of Biosciences*, 62 (3-4), 207-214.
  8. Lucić, P., Ravlić, M., Rozman, V., Liška, A., Baličević, R., Zimmer, D., Pejić, S., Živković, M., Paponja, I. (2017): Lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.) – izvor okolišno prihvatljivih potencijala u zaštiti bilja. *Proceedings and abstracts - 10th international scientific/professional conference Agriculture in Nature and Environment Protection*. Glas Slavonije d.d., pp. 148-152.
  9. Macías, F.A., Marín, D., Oliveros-Bastidas, A., Varela, R.M., Simonet, A.M., Carrera, C., Molinillo, J.M.G. (2003): Allelopathy as new strategy for sustainable ecosystems development. *Biological Sciences in Space*, 17 (1), 18-23.
  10. Maga, R., Broussalis, A., Clemente, S., Mareggianti, G., Ferraro, G. (2000): *Revista Latinoamericana de Quimica*, 28 (3), 146-148.
  11. 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.
  12. Najafabadi, S.S.M., Beiramizadeh, E., Zarei, R. (2014): Repellency and toxicity of three plants leaves extraction against *Oryzaephilus surinamensis* L. and *Tribolium castaneum* Herbst. *Journal of Biodiversity and Environmental Science*, 4 (6), 26-32.
  13. Norsworthy, J. K. (2003): Allelopathic potential of wild radish (*Raphanus raphanistrum*). *Weed Technology*, 17, 307-313.
  14. 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.
  15. Raal, A., Arak, E., Orav, A., Kailas, T., Müürisepp, M. (2008): Composition of the essential oil of *Levisticum officinale* W.D.J. Koch from some European countries. *Journal of Essential Oil Research*, 20 (4), 318-322.
  16. Ravlić, M. (2015): Alelopatsko djelovanje nekih biljnih vrsta na rast i razvoj usjeva i korova. Doktorski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
  17. Samiee, K., Akhgar, M.R., Rustaiyan, A., Masoudi, S. (2006): Composition of the volatiles of *Ferulago carduchorum* Boiss. et. Hausskn. and *Levisticum officinale* Koch. obtained by hydrodistillation and extraction. *Journal of Essential Oil Research*, 18, 19-22.
  18. SAS 9.3 Copyright (c) 2013-2014 by SAS Institut Inc., Cary, NC, USA (Licensed to POLJOPRIVREDNI FAKULTET OSIJEK T/R Site 70119033).
  19. Stratu, A., Toma, D., Costică, N. (2012): The effect of extracts from *Apium graveolens* and *Levisticum officinale* Koch leaves on the germination of certain dicotyledons species. *Scientific Annals of Alexandru Ioan Cuza University of Iasi. New Series, Section 2. Vegetal Biology*, 58 (2), 73-79.

## Insecticidal and allelopathic potential of lovage (*Levisticum officinale* Koch)

### Abstract

Lovage (*Levisticum officinale* Koch) is a perennial aromatic plant from the Apiaceae family. In this study the insecticidal and allelopathic potential of lovage water extract was investigated. The insecticidal efficacy of lovage extract was tested in three concentrations (2, 6 and 10%) on two storage insect species (*Rhyzopertha dominica* Fab. and *Tribolium castaneum* Herbst), two different surfaces (glass and wood) and during three expositions (4, 24 and 48 h). Satisfactory mortality of *R. dominica* was achieved on glass surface in all concentrations, while no insecticidal effect was recorded on *T. castaneum*. The allelopathic effect of lovage extract at various concentrations (2, 4, 6, 8 and 10%) was tested on germination and seedlings growth of kale and garden cress. With the increase of extract concentration, the allelopathic effect increased which caused a full inhibitory effect of all parameters of both kale at concentration of 8% and garden cress at concentration of 6%, respectively.

**Key words:** lovage, storage pests, water extracts, insecticidal efficacy, allelopathy

## The content of trace elements in forage crops grown on diverse soils of the Mali Zvornik municipality in Serbia

Zoran Dinić, Jelena Maksimović, Aleksandra Stanojković-Sebić, Radmila Pivić

*Institute of Soil Science, Teodora Drajzera 7, Belgrade, Serbia, e-mail: soils.dinic@gmail.com*

### Abstract

The study on the content of trace elements in the soil and their concentration in forage crops was carried out on agricultural soil of the Mali Zvornik municipality in Serbia. The investigations included four types of soil (alluvium, skeletal soil on schists, brown soil on limestone and brown skeletal soil on schists) and two forage crops (alfalfa and mix of grass species-MGS) on 11 sites. In soil and plant material it was determined the contents of Pb, Ni, Cr and Cd. Among 4 sites with MGS, at 2 sites the content of Pb and Cd in soil was above MAC (maximum allowable concentration) values for agricultural soil. Among 7 sites with alfalfa at 1 site the content of Pb in soil was above the MAC values for agricultural soil. The content of analyzed elements in samples of alfalfa and MGS on soils where the content of trace elements was above the MAC was below the limit of the method detection or within normal ranges for these species. Despite the value of the content of trace elements above the MAC for the soil, the values of tested elements in plant species were not above the toxic values (TV), probably indicating that the soil-plant translocation was affected by the physical and chemical properties of the soil, the location of accumulation as well as the physiology of plants.

Key words: trace elements, soil, forage crops, soil-plant translocation

### Introduction

Previous studies on agricultural soils in the municipality of Mali Zvornik showed the dominance of the soils with very to moderately acid reaction. In acid soils the water-physical, chemical and biological properties are unfavorable, leading to a number of economic and productive restrictions in their usage (Mrvić et al., 2009). A strongly acidic environment can favor the trace elements mobility. High concentrations of trace elements in soil can affect the soils fertility and may represent an ecological and human health risk if they enter the food chain or leach into receiving waters (Daskalopoulou et al., 2014). As a result of reduced fertility there is a limitation in the choice of crops to be grown, as well as a decrease in yield of many plant species, particularly forage crops that are sensitive to an increased acidity (Mrvić et al., 2009). The heavy metals contamination is a potential risk for crops, animals and humans because of their toxicity, persistent nature, bioaccumulation and biomagnification in the food chain (Rao et al., 2011).

The mobility of trace elements and their translocation to the plants are affected by the content of clay fraction, organic matter and pH of soil. In a pH range of soil from 5.50 to 8.00 the chromium (Cr) is almost insoluble, while the solubility of cadmium (Cd) decreases with increasing pH values so that at pH>7.50 comes to Cd immobilization (Kabata-Pendias, 2011). In soils with pH values from



3.80 to 7.10 Cd is less mobile than nickel (Ni) (Adriano, 2001). The mobility of Cr and Ni is not affected by the content of organic matter in the soil, while the mobility of lead (Pb) is equally affected by the content of clay and organic matter (The Dutch Environment Ministry, 2009).

Translocation of the trace elements from the soil to the plant can be monitored through the „so called“ soil-to-plant bio-concentration factor or Biological Concentration Factor - BCF. With increasing content of the clay, organic matter and pH value in soil, BCF for Cd, Cr, Pb and Ni decreases. According to Versluijs et al. (1998), for the pH value <5.5, 5.5-6.5 and >6.55, then, for the clay content <15%, 15-40% and >40%, and for the organic carbon (OC) content <1%, 1-3% and >3%, the highest BCF decrease is for Ni (80 times) and the least is for Cd (16 times). In addition to soil properties, on the translocation of trace elements and their location of accumulation affects the physiology of plant species, so that some plant species adopt trace elements better and other less (Kisić, 2012).

BCF values for alfalfa are in a wide range and depend on the environmental condition (McKone and Maddalena, 2007; Al-Rashdia and Sulaimanb, 2013; Solgi et al., 2017). Based on the previous study in which the soil areas with the content of trace elements above the MAC were marked (Group of authors, 2016), the sites with potentially increased content of the examined elements (Cr, Cd, Pb and Ni) were selected in the present study. The study determined the content of trace elements in diverse soil types and their concentration in plant species in order to check the safety of forage crops grown at studied sites and used as an animal feed.

### Material and methods

The research included the territory of Mali Zvornik municipality in Serbia. The study was conducted on 4 types of soil (Table 1). Soil sampling was performed at pre-defined locations in a disturbed state from the depth of 0-30 cm. Regarding the plant material, the aerial parts of forage crops were sampled. Alfalfa was sampled on 7 sites, while the mix of grass species (MGS) was sampled on 4 sites (Picture 1).



Picture 1. Sample locations

The following chemical and physical parameters in soil were analyzed: soil acidity (pH in H<sub>2</sub>O and 1M KCl, v/v - soil:H<sub>2</sub>O = 1:5, soil:1M KCl = 1:5) was analyzed potentiometrically, using glass electrode (SRPS ISO 10390, 2007); CaCO<sub>3</sub> was analyzed volumetrically, using the Scheibler method; humus content was determined using the Kozman method (Jakovljević et al., 1985); available phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and potassium (K<sub>2</sub>O) were analyzed by Al-method according to Egner-Riehm (Riehm, 1958), where potassium was determined by flame emission photometry and phosphorus by spectrophotometer after color development with ammonium molybdate and stannous chloride; determination of the water content in the form of a mass fraction was determined using gravimetric method (SRPS ISO 11465:2002, 2002); granulometric composition was analyzed by determination of particle size distribution in mineral soil material, using the standardized method by sieving and sedimentation (ISO 11277: 2009(E), 2009); according to granulometric composition the texture class was determined; determination of the total trace elements forms (Pb, Ni, Cr and Cd) was done by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry - THERMO iCAP 6300 Duo (radial/axial view versions) ICP-OES, after the digestion of the samples with aqua regia (ISO 11466:1995, 1995; ISO 22036:2008, 2008).

The analysis of the plant material included the determination of Pb, Ni, Cr and Cd using THERMO iCAP 6300 Duo (radial/axial view versions) ICP-OES after the digestion of the plant samples with concentrated HNO<sub>3</sub> and redox reaction with 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> for total forms extraction (Soltanpour et al., 1996).

The interpretation of data on the trace elements content in soil samples was done according to the Rule book of maximum allowable concentration (MAC) of dangerous and hazardous materials in soil and water for irrigation and methods for analysis (Official Gazette of Republic of Serbia, 1994), where MAC for Cd is 3 mg kg<sup>-1</sup>, MAC for Cr is 100 mg kg<sup>-1</sup>, MAC for Ni is 50 mg kg<sup>-1</sup> and MAC for Pb is 100 mg kg<sup>-1</sup>. The interpretation of data on the trace elements content in the samples of forage crops was done according to the reference data on toxic values (TV), where TV for Cd is 1 mg kg<sup>-1</sup>, TV for Cr is 5 mg kg<sup>-1</sup>, TV for Ni is 50 mg kg<sup>-1</sup> and TV for Pb is 40 mg kg<sup>-1</sup> (Adams, 1975; Kloke et al., 1984; Kisić, 2012).

## Results and discussion

The research results showed that the studied sites under alfalfa included 4 types of soils that are sandy loam, clay and clay loam soils according to the textural class (Table 1). Reaction of the soil solutions ranged from acid to alkaline (pH in 1 M KCl was 5.05-7.40); the soils were carbonate-free or slightly calcareous (BLMD - 3.34%), with high contents of organic matter, except at the study site 7, wherein the average content of soil organic matter (SOM) ranged from 3.1-6.6% (Table 2). The content of available phosphorus ranged from very low to high (7.0 to >40.0 mg 100 g<sup>-1</sup>), while the content of available potassium ranged from low to high (6.8 to >40.0 mg 100 g<sup>-1</sup>) (Table 2).

**Table 1.** Texture class and types of soil at the study sites.

Study site	Plant species	Clay fraction (<0.002 mm)	Texture class	Soil type
		%		
1	alfalfa	8.5	SL	skeletal soil on schists (lithic leptosol, dystric)*
2	alfalfa	21.5	L	brown skeletal soil on schists (haplic cambisol, dystric, skeletal)*
3	alfalfa	18.7	CL	brown soil on limestone (haplic cambisol, eutric, leptic)*
4	alfalfa	29.9	CL	brown soil on limestone (haplic cambisol, eutric, leptic)*
5	alfalfa	24.5	L	brown soil on limestone (haplic cambisol, eutric, leptic)*
6	alfalfa	22.2	L	alluvium (haplic fluvisol, eutric, arenic)*
7	alfalfa	20.8	L	alluvium (haplic fluvisol, eutric, arenic)*
8	MGS	14.0	L	skeletal soil on schists (lithic leptosol, dystric)*
9	MGS	18.5	L	brown skeletal soil on schists (haplic cambisol, dystric, skeletal)*
10	MGS	19.6	SL	brown skeletal soil on schists (haplic cambisol, dystric, skeletal)*
11	MGS	22.9	L	brown soil on limestone (haplic cambisol, eutric, leptic)*

MGS - mix of grass species; L - loam; SL - sandy loam; CL - clay loam;

\* - classification of soils according to WRB system (Group of authors, 2011; FAO, 2015).

**Table 2.** Main chemical parameters of the soils at the study sites.

Study site	Plant species	pH		CaCO <sub>3</sub>	SOM	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		H <sub>2</sub> O	1M KCl	%		mg 100 g <sup>-1</sup>	
1	alfalfa	7.10	6.31	BLMD	4.50	7.0	6.8
2	alfalfa	6.01	5.05	BLMD	5.17	9.2	14.5
3	alfalfa	7.80	6.72	0.25	6.14	39.4	22.9
4	alfalfa	7.80	6.93	0.25	5.46	>40.0	>40.0
5	alfalfa	8.30	7.19	2.09	6.60	24.4	13.2
6	alfalfa	8.50	7.40	3.34	5.98	13.8	8.5
7	alfalfa	8.45	7.39	1.17	3.10	20.8	8.1
8	MGS	5.25	4.21	BLMD	5.40	15.0	5.5
9	MGS	6.85	5.73	BLMD	5.98	3.0	5.1
10	MGS	4.91	4.08	BLMD	2.98	3.4	6.0
11	MGS	6.64	5.85	BLMD	5.98	40.0	18.5

MGS - mix of grass species; SOM - soil organic matter;

BLMD - below the limit of the method detection

The studied sites under the MGS included 3 types of soils that are loam and sandy loam soils according to the textural class (Table 1). Reaction of the soil solutions ranged from very to weakly acidic (pH in 1M KCl was 4.08-5.85); the soils were without carbonates (BLMD), with high contents of SOM (2.98 - 5.98%). The content of available phosphorus ranged from very low to high (3.0-40.0 mg 100 g<sup>-1</sup>), while the content of available potassium ranged from low to medium (5.1-18.5 mg 100 g<sup>-1</sup>) (Table 2).

By analyzing the content of trace elements in the soil samples (Table 3) three sites can be highlighted - 1, 8 and 11, where the content of Pb was significantly above the MAC (194.5-1306 mg kg<sup>-1</sup>). At the site 11 the content of Cd was significantly above the MAC (5.56 mg kg<sup>-1</sup>), while at the sites 1 and 8 the registered content of Cd was high but below the MAC. In other soil samples the contents of Cd and Pb were below the MAC. The contents of Cr and Ni were below the MAC in all soil samples. In samples of the plant material from all of the sites the content of trace elements was below the TV (Table 4).

**Table 3.** The content trace elements in soil samples.

Study site	Plant species	Cd	Cr	Ni	Pb
		mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>
1	alfalfa	0.80	31.99	38.62	194.5
2	alfalfa	0.24	41.71	49.51	73.51
3	alfalfa	0.27	18.35	28.53	37.52
4	alfalfa	0.56	34.13	36.36	60.16
5	alfalfa	0.10	36.54	36.67	37.49
6	alfalfa	0.35	36.91	48.63	53.16
7	alfalfa	0.19	32.39	45.98	48.35
8	MGS	1.45	19.51	19.25	545.3
9	MGS	0.11	24.04	24.44	47.93
10	MGS	BLMD	22.27	24.79	34.60
11	MGS	5.56	23.06	22.56	1306

MGS - mix of grass species; BLMD - below the limit of the method detection

**Table 4.** The content trace elements in plant samples.

Study site	Plant species	Cd	Cr	Ni	Pb
		mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>
1	alfalfa	0.47	0.55	2.64	1.89
2	alfalfa	BLMD	2.24	2.93	0.54
3	alfalfa	BLMD	0.45	0.83	0.14
4	alfalfa	BLMD	2.14	1.49	1.89
5	alfalfa	BLMD	0.36	1.35	0.13
6	alfalfa	BLMD	1.49	1.31	0.54
7	alfalfa	BLMD	1.02	1.83	0.45
8	MGS	0.58	3.06	3.43	1.15
9	MGS	BLMD	1.47	1.73	0.20
10	MGS	BLMD	2.70	2.05	0.34
11	MGS	BLMD	2.87	1.37	0.55

MGS - mix of grass species; BLMD - below the limit of the method detection

The results for the site 11 indicated that despite significantly high values of Cd and Pb in soil there was no translocation of these elements from the soil to the plant. Cd content in this sample was BLMD and the content of Pb was low compared to the TV (40 mg kg<sup>-1</sup>). The content of the clay fraction in this sample was around the normal values of 25%, while the content of

SOM was below the normal value (10%) (The Dutch Environment Ministry, 2009). The reaction of the soil solution was weakly acidic. Despite the favorable conditions for the mobility of trace elements there was no translocation of Cd and Pb from the soil to the plant.

At sites 1 and 8, where the contents of Cd and Pb in soil were significantly lower in relation to the site 11, there was a greater translocation of these elements from the soil to the plant, although still below the TV. It is assumed that the mobility of Cd and Pb was affected by a lower content of clay fraction in the samples from the sites 1 and 8, which is in accordance with the assumptions about the impact of clay fraction content on the mobility of trace elements (The Dutch Environment Ministry, 2009). The reaction of the soil solution was very acidic (site 8) and weakly acidic (site 1) which also confirms the hypothesis that the pH value of the soil solution influences the mobility of trace elements (Adriano, 2001.; Kabata-Pendias, 2011).

### Conclusion

Despite the values of the content of trace elements above the MAC for the soil, the value of tested elements in plant species was not above the TV, probably indicating that the soil-plant translocation was affected by the physical and chemical properties of the soil, the location of accumulation as well as the physiology of plants. These results indicate that for a full interpretation of the translocation of trace elements from the soil to the plant, in the case when the registered content of trace elements is above the MAC, it is necessary to determine the content of clay fraction, organic matter and the reaction of the soil solution, as well as to analyze the plant material, all in order to produce the safe food.

### Literature

1. Adams, R. S. (1975): Variability in mineral and trace element content of dairy cattle feeds. *Journal of Dairy Science*, 58 (10), 1538-1548.
2. Adriano, D. C. (2001): Trace Elements in Terrestrial Environments Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals, 2nd edition. Springer Science.
3. Al-Rashdia, T. T., Sulaimanb, H. (2013): Bioconcentration of heavy metals in alfalfa (*Medicago sativa*) from farm soils around sohar industrial area in Oman. *APCBEE Procedia* 5, 271-278.
4. Daskalopoulou, K., Calabrese, S., Milazzo, S., Brusca, L., Bellomo, S., D'Alessandro, W., Kyriakopoulos, K., Tassi, F., Parello, F. (2014): Trace elements mobility in soils from the hydrothermal area of Nisyros (Greece). *Annals of Geophysics, Fast Track 2*, doi: 10.4401/ag-6623.
5. FAO (2015): World reference base for soil resources 2014, International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, update 2015, World soil resources reports 106, Food and agriculture organization of the united nations Rome.
6. Group of authors (2011): Usklađivanje nomenklature osnovne pedološke karte sa WRB klasifikacijom. Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
7. Group of authors (2016): Melioracije kiselih zemljišta na području opštine Malog Zvornika u cilju proizvodnje visokovredne hrane. Institut za zemljište, Beograd.
8. ISO 11466:1995 (1995): Soil quality - Extraction of trace elements soluble in aqua regia. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
9. ISO 22036:2008 (2008): Soil quality - Determination of trace elements in extracts of soil by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry (ICP-AES). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
10. Jakovljević, M., Pantović, M., Blagojević, S. (1985): Praktikum iz hemije zemljišta i voda. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija.
11. Kabata-Pendias, A. (2011): Trace Elements in Soils and Plants, 4th edition. CRC Press, Taylor & Francis Group.
12. Kisić, I. (2012): Sanacija onečišćenog tla. Printera grupa, Zagreb.

13. Kloke, A., Sauerbeck, D. R., Vetter, H. (1984): The Contamination of Plants and Soils with Heavy Metals and the Transport of Metals in Terrestrial Food Chains. In: Nriagu J. O. (Ed.), Changing Metal Cycles and Human Health. Dahlem Konferenzen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 113-141.
14. McKone, T. E., Maddalena, R. L. (2007): Plant Uptake of Organic Pollutants from Soil: A Critical Review of Bioconcentration Estimates Based on Models and Experiments. Lawrence Berkeley National Laboratory.
15. Mrvić, V. V., Antonović, G. M., Martinović, Lj. N. (2009): Plodnost i sadržaj opasnih i štetnih materija u zemljištima centralne Srbije. Institut za zemljište, Beograd.
16. Official Gazette of Republic of Serbia, 23/94 (1994): Rule Book of Allowed Concentrations of Dangerous and Hazardous Materials in Soil and Water for Irrigation and Methods for Analysis, 23.
17. Rao, M. M., Kumarmeena, A., Galib (2011): Detection of toxic heavy metals and pesticide residue in herbal plants which are commonly used in the herbal formulations. Environmental Monitoring and Assessment 181, 267-271.
18. Riehm, H. (1958): Die Ammoniumlaktatessigsäure-Methode zur Bestimmung der leichtlöslichen Phosphorsäure in karbonathaltigen Boden. *Agrochimica* 3, 49-65.
19. Solgi, E., Shahverdi, N. M., Solgi, M. (2017): Threat of copper, zinc, lead, and cadmium in alfalfa (*Medicago scutellata*) as livestock forage and medicinal plant. *ECOPERSIA*, 5 (4), 1981-1990.
20. Soltanpour, P. N., Johnson, G. W., Workman, S. M., Bentonjones, J. J., Miller, R. O. (1996): Inductively coupled plasma emission spectrometry and inductively coupled plasma mass spectrometry. In: Sparks, D. L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis*, part 3, SSSA, Madison, Wisconsin, USA, 91-139.
21. SRPS ISO 10390:2007 (2007): Kvalitet zemljišta - Određivanje pH-vrednosti. Institut za standardizaciju Srbije.
22. SRPS ISO 11465:2002 (2002): Kvalitet zemljišta - Određivanje sadržaja suve materije i vode u obliku masene frakcije - Gravimetrijska metoda. Institut za standardizaciju Srbije.
23. The Dutch Environment Ministry (2009): Soil Remediation Circular 2009. Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment Directorate-General For Environmental Protection.
24. Versluijs, C.W., Koops, R., Kreule, P., Waitz, M. F. W. (1998): The Accumulation of Soil Contaminants in Crops, Location-Specific Calculation Based on the CSOIL Module, part I: Evaluation and Suggestions for Model Development, RIVM Report 711701008, National Institute for Public Health and the Environment, The Netherlands.

## Sadržaj elemenata u tragovima u krmnom bilju uzgajanom na području općine Mali Zvornik u Republici Srbiji

### Sažetak

Istraživanje sadržaja elemenata u tragovima u tlu i njihova koncentracija u krmnom bilju provedeno je na poljoprivrednom tlu područja Općine Mali Zvornik. Istraživanja su obuhvatila četiri tipa tla (aluvijalni nanos pjeskoviti, skeletoidno i skeletno tlo na škriljcima, smeđe tlo na krečnjaku i smeđe skeletoidno tlo na škriljcima) i dvije vrste krmnog bilja (lucerna i travne vrste) na 11 lokaliteta. U tlu i biljnom materijalu određen je sadržaj Pb, Ni, Cr i Cd. Od 4 lokaliteta sa travnim vrstama, na 2 lokaliteta sadržaj elemenata u tragovima u tlu (Pb i Cd) bio je iznad MDK (maksimalno dozvoljena koncentracija) vrijednosti za poljoprivredno tlo. Od 7 lokaliteta sa lucernom, na 1 lokalitetu sadržaj elemenata u tragovima u tlu (Pb) bio je iznad MDK vrijednosti za poljoprivredno tlo. Količina ispitivanih elemenata u uzorcima biljnog materijala (lucerna i travne vrste) na lokalitetima sa količinom elemenata u tragovima iznad MDK bila je ili ispod granice detekcije metode ili u granicama normalnih vrijednosti za ove vrste. I pored vrijednosti sadržaja elemenata u tragovima iznad MDK za tlo, vrijednost ispitivanih elemenata u biljnim vrstama nije bila iznad toksičnih vrijednosti (TV), što ukazuje da na translokaciju utječe skup fizikalno-kemijskih karakteristika tla, mjesto akumulacije i fiziologija biljne vrste.

**Ključne riječi:** elementi u tragovima, tlo, krmno bilje, tlo-biljka translokacija

## Međunarodna udruga poljoprivrednih muzeja - gdje je Hrvatska?

Darija Kuharić<sup>1</sup>, Vladimir Margeta<sup>1</sup>, Marina Vinaj<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1 d, Osijek, Hrvatska, e-mail:dkuharic@pfos.hr

<sup>2</sup>Muzej Slavonije u Osijeku, Trg Svetog Trojstva 6, Osijek, Hrvatska, e-mail: marina.vinaj@mso.hr

### Sažetak

Usprkos dugoj i bogatoj poljoprivrednoj tradiciji, u Republici Hrvatskoj ne postoji niti jedan poljoprivredni muzej, dok je njihov broj u svijetu vrlo velik. U Pragu je 1966. godine osnovana Međunarodna udruga poljoprivrednih muzeja (Association internationale des musées d'agriculture / The International Association of Agricultural Museums - AIMA) koja djeluje u okviru Međunarodnog vijeća muzeja (The International Council of Museums - ICOM). AIMA pomaže poljoprivrednim muzejima, muzejima na otvorenom, odnosno muzejima koji imaju velike poljoprivredne odjele ili zbirke, kao i svima koji se bave ovim područjem. Nedavno je u Osijeku kreirana mrežna stranica „Virtualnog muzeja crne slavonske svinje – fajferice“, namijenjena znanstvenicima i ostalim zainteresiranim koji žele saznati više ne samo o povijesti same pasmine i njezinu očuvanju, već i o značenju fajferice danas. Nadamo se da je to samo prvi korak u osnivanju poljoprivrednog muzeja u Hrvatskoj.

**Cljučne riječi:** poljoprivredni muzej, AIMA, virtualni muzej, Hrvatska

### Uvod

Na 22. generalnom zasjedanju Međunarodnog vijeća muzeja (ICOM - The International Council of Museums) u Beču 2007. godine, usvojena je dorađena definicija muzeja prema kojoj je „muzej neprofitna, stalna institucija u službi društva i njegovog razvoja, otvorena za javnost; muzej prikuplja, konzervira, istražuje, razmjenjuje informacije te izlaže materijalno i nematerijalno nasljeđe čovječanstva i njegovog okruženja u svrhu edukacije, obrazovanja i užitka (<http://icom.museum/the-vision/museum-definition/>). Među vrstama muzeja možemo, nažalost, pronaći jednu koja u Republici Hrvatskoj nikada nije zaživjela, a u Europi i svijetu ima vrlo bogatu tradiciju: poljoprivredni muzej.

Poljoprivredni muzeji su znanstveno-istraživačke i kulturno-edukativne institucije koje se bave prikupljanjem, zaštitom, proučavanjem te popularizacijom artefakata materijalne kulture u poljoprivredi. Istodobno, uključeni su opsežna istraživanja u tloznanstvu, mikrobiologiji, šumarstvu i dr., kao i povijesti poljoprivrede i poljoprivredne mehanizacije. Nadalje, upoznaju zajednicu s najnovijim teoretskim i praktičnim dostignućima i teže k jačanju svijesti zajednice s problemima zaštite i očuvanja prirode. Također provode edukacijske projekte s djecom i mladima.

Na konferenciji djelatnika poljoprivrednih muzeja u Pragu (1966.) osnovana je i krovna udruga muzeja poljoprivrede Međunarodna udruga poljoprivrednih muzeja - AIMA (Association internationale des musées d'agriculture / The International Association of Agricultural Museums).

## Rasprava

Glavnu riječ u provođenju ideje u djelo imali su mađarski i češki nacionalni poljoprivredni muzeji. Treba imati na umu da se radi o vrhuncu hladnog rata: češki i mađarski poljoprivredni muzeji su, usprkos tadašnjim teškim političkim uvjetima, uspjeli izgraditi most suradnje među znanstvenicima iz dvije Europe.

Osnovano je novo tijelo kako bi se osigurala međunarodna platforma za znanstvenike; ona, na kojoj se povijest poljoprivrede prožima s drugim srodnim disciplinama kroz razmjenu ideja, promociju istraživanja i međusobnu suradnju. (Collins, 2016.)

Prve inicijative za otvaranje Poljoprivrednog muzeja u SFRJ pojavile su se još 1948. godine u Vojvodini, no sve je ostalo na razini dogovora. U novom pokušaju iniciranom 1959. godine Poljoprivredni muzej osnovan je godinu dana kasnije, ali već dvije godine kasnije ugašen zbog nedostatka financijskih sredstava i osnovnih uvjeta za rad. Treći pokušaj 1979. godine također je bio neuspješan (<https://www.muzejvojvodine.org.rs/index.php/lat/muzejski-kompleks-kulpin2/poljoprivredni-muzej>). Lokacija je vjerojatno bila uvjetovana činjenicom da se Vojvodina nazivala „žitnicom zemlje“ uz snažan Novosadski poljoprivredni sajam i djelovanje Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu od 1954. godine.

Nakon raspada bivše države, Vojvodina ipak uspijeva u svom naumu te 1993. godine u Kulpinu počinje djelovati „Poljoprivredni muzej“ kao društvo građana, a od 2004. godine nalazi se u sastavu Muzeja Vojvodine. Do danas je Poljoprivredni muzej organizirao izložbe o povijesti prerade i proizvodnje hmelja, pšenice, sirka, konoplje, o mljekarstvu te uzgoju i držanju goveda, svinja i ovaca.

Primjer iz regije navodimo iz sljedećeg razloga: prema podacima Woodheada i Stansfielda (1994.) AIMA je 1992. godine imala oko 300 članova iz 35 zemalja. Nažalost, među njima nije naša zemlja. U Republici Hrvatskoj, usprkos njezinoj bogatoj poljoprivrednoj povijesti i tradiciji, ne postoji poljoprivredni muzej. Doduše, nije zanemariv broj entuzijasta i znanstvenika koji su pokušali promijeniti ovu tužnu spoznaju (gotovi projekti!), no zbog nerazumijevanja određenih struktura, nikada nije došlo do realizacije planiranog. Iz tog razloga je, između ostalog, 2017. godine prijavljen i projekt „Virtualni muzej crne slavonske svinje – fajferice“ na interni natječaj Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Dobivena su sredstva iz Poslovnog fonda Sveučilišta (IZIP 2016), a na njegovoj realizaciji radili su znanstvenici i stručnjaci s Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i Filozofskog fakulteta u Osijeku, Muzeja Slavonije u Osijeku te Gradske knjižnice u Subotici.

Crnu slavonsku svinju – Fajfericu, autohtonu hrvatsku pasminu, uzgojio je na farmi Orlovnjak (Osijek) grof Pfeiffer, po kojemu je dobila ime. Iako je do sredine 20. stoljeća bila najbrojnija i najznačajnija pasmina svinja u Slavoniji, o njoj se danas malo zna s povijesnog, ekonomskog, kulturnog i etnološkog stajališta. Virtualni muzej pruža znanstvenicima i ostalim zainteresiranima mogućnost spoznavanja više o povijesti uzgoja pasmine (uloga obitelji Pfeiffer u selekcijskom radu) i njezine zaštite danas. Ova mrežna stranica mjesto je na kojemu se tradicija i umjetnost spajaju s poljoprivredom (od žirovanja/žirenja do naivne umjetnosti, slikarstva, kiparstva i književnosti).

U određenim krugovima postavlja se pitanje zašto su se kreatori odlučili za virtualni muzej. Odgovor se vrlo jednostavno može iščitati iz Collinsovih (2016.) smjernica za rad AIMA-e, dakle svakog poljoprivrednog muzeja individualno: nakon 90-ih, zbog krupnih društveno-povijesnih promjena kako u zemljama nekadašnjeg Istočnog bloka (izvor financiranja, povrat konfiscirane imovine i sl.), tako i novonastaloj situaciji u ruralnoj ekonomiji, ali i društvu uopće, izvršene su značajne promjene u organizaciji i ciljevima AIMA-e. Desetljećima „uljuljkani“ u ugodnu poziciju institucija koje se temelje na znanju i brinu za konzervaciju i tumačenje povijesti uglavnom ruralnoj populaciji i znanstvenicima s



tog područja, poljoprivredni muzeji su se iznenada suočili s padom značenja poljoprivrede u svojim državama. To je rezultiralo smanjenjem broja i sastava posjetitelja. Ipak, poljoprivredni se muzeji i dalje uspijevaju razvijati, zahvaljujući novom smjeru: prestaju stavljati naglasak samo na izložke, otvaraju se publici, društveno su inkluzivni. AIMA prepoznaje trenutak u kojem je potrebno povezati prošlost sa sadašnjošću i redefinirati ciljeve – ukazati na poslijeratni pad broja seljaka, uspon i pad socijalističke poljoprivrede, preradu hrane, održivost u poljoprivredi, alternativne pravce u poljoprivredi, organsku poljoprivredu, genetski modificirane žitarice i sl. Istodobno, dolazi do povezivanja umjetnosti i poljoprivrede s jedne strane te prihvaćanja i primjene IT u radu s druge.

### Zaključak

Danas je malo ljudi koji imaju stvarno iskustvo u poljoprivredi. Malo njih razumije simbiotski odnos između žitarica, stoke i ljudi. Malo ih razumije isprepletenost neovisnosti obiteljskih gospodarstava i vladajuće politike. Objašnjavanje ovih odnosa moglo bi započeti tako da ljudima pomognemo da shvate navedeno ili kroz suvremenu poljoprivredu ili, pak, u povijesnom okruženju. (Reid 2017.) Ili, prevedeno na moguću primjenu „Virtualnog muzeja crne slavonske svinje – fajferice ([www.fajferica.eu](http://www.fajferica.eu)).

- **kroz povijest:** uzgoj crne slavonske svinje u prvoj polovini 20. stoljeća znatno se proširio po cijeloj Slavoniji kao dijela Austro-Ugarske. U tom razdoblju svinjogojstvo igra vrlo veliku ulogu (široki putevi po slavonskim selima – tjeranje stoke u Beč). Osebujan način držanja svinja na zajedničkim pašnjacima i žirenje/žirovanje utjecalo je narodno kulturno stvaralaštvo, što se i danas može naći u pjesmama i glazbenom izričaju, tradicijskoj pastirskoj nošnji i igrama (etno baština Slavonije). U likovnom stvaralaštvu također su čest motiv.

- **danas:** brojni istraživači s područja društveno-humanističkih znanosti i umjetnosti mogli bi pronaći korisne informacije kao i oni s područja biotehničkih i prirodnih znanosti. Naime, utjecaj tradicionalnog držanja ove pasmine na biološku raznolikost pašnjaka i šuma vrlo je značajan. S gospodarskog i marketinškog stajališta, značenje za ruralni turizam (proizvodi od mesa) je neupitno, jer interes za fajfericu svakim danom sve više raste, ne samo u Hrvatskoj, već i u svijetu.

Učinimo da „Virtualni muzej crne slavonske svinje – fajferice“ bude prvi korak u osnivanju poljoprivrednog muzeja u Republici Hrvatskoj i njezinog članstva u AIMA-u, koje bi nam omogućilo:

- suradnju između različitih kategorija poljoprivrednih muzeja i muzeja ruralnog života (poljoprivredna mehanizacija, proizvodnja hrane, šumarstvo, vinogradarstvo, lov i ribolov i sl.) te arhiva, znanstvenika i istraživača, studenata;
- promociju i podršku svim inicijativama koje imaju za cilj zainteresirati znanstvenike i muzeje za istraživanja, organiziranje izložbi i javno djelovanje;
- podršku u međunarodnoj suradnji radi unaprjeđivanja muzeografije u poljoprivredi, očuvanju zbirke te predstavljanju razvoja poljoprivrede do danas;
- promociju i podršku svim aktivnostima koje su usmjerene na kvalitetnije obrazovanje mladih ljudi, posebice kada je riječ o razmjenama i transferu znanja;
- razvoj edukativnog materijala o poljoprivredi i životu na selu;
- suradnju kako na lokalnoj, tako i međunarodnoj razini u vezi tehnologija koje se koriste u muzeologiji, konzervaciji i restauraciji zbirke objekata povezanih s poljoprivredom;
- promociju svih aktivnosti koje mogu pridonijeti jasnijoj slici o poljoprivredi, njezinim granama i njezinoj povijesti na međunarodnoj razini. (Strateški plan AIMA-e 2016-2020.)

### Literatura

1. AIMA Strategic Plan 2016-2020 (12 May 2016). [https://www.agriculturalmuseums.org/wp-content/uploads/2017/05/aima\\_strategic\\_plan\\_2016-2020.pdf](https://www.agriculturalmuseums.org/wp-content/uploads/2017/05/aima_strategic_plan_2016-2020.pdf)
2. Collins, T. (2016): The history of AIMA: a personal perspective. <https://www.agriculturalmuseums.org/>
3. Reid D. A. (2017): *Interpreting Agriculture at Museums and Historic Sites*. Rowman & Littlefield.
4. Tempír Z. (1989): Establishment and Initial Development of International Agricultural Museum Association. *Acta Museorum Agriculturae* 22.
5. Woodhead P., Stansfield G. (1994): *Keyguide to Information Sources in Museum Studies*. Mansell Publishing Limited, London.

## International Association of Agricultural Museums – where is Croatia?

### Abstract

Despite the long and rich tradition of agriculture, there is no agricultural museum in the Republic of Croatia, whereas the number of agricultural museums worldwide is large. In 1966 the International Association of Agricultural Museums (AIMA), an affiliate of the International Council of Museums (ICOM), was established in Prague. It exists to serve agricultural museums as well as open air museums and museums that have large agricultural departments or collections and research workers engaged in this field. Recently, "Virtual Museum of Black Slavonian Pig – Fajferica" was created in Osijek, not only as a way for scholars and others to learn more about the history of the breed itself and its perseverance, but also to give a deeper insight into Fajferica's present. Hopefully, this is the first step in establishing the Agricultural Museum in Croatia.

**Key words:** agricultural museum, AIMA, virtual museum, Croatia

## **Alelopatski učinak korijena pajasena (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) na početni porast korovne vrste koštan (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.)**

Maja Novak, Nenad Novak

*Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Gorice 68b, 10000 Zagreb,  
Hrvatska, e-mail: maja.novak@hcphs.hr*

### **Sažetak**

Cilj istraživanja bio je utvrditi razliku u učinku između kompleksa alelokemikalija u vodenoj otopini korijena pajasena (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) i čistog ailantona kao najpotentnije alelokemikalije pajasena na početni porast koštana (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.). Vodena otopina korijena pajasena pripravljena je od mladih izboja. Identifikacija i kvantifikacija ailantona iz vodene otopine korijena pajasena napravljena je na tekućinskom kromatografu. Koncentracija ailantona u vodenoj otopini korijena iznosila je 0,48 mg/ml. Nakon kvantifikacije provedena je izolacija ailantona diklormetanom. Ekstrakti vodene otopine korijena pajasena i vodene otopine čistog ailantona primijenjeni su na sjeme koštana u šest različitih koncentracija koje su ekvivalent 0,48; 0,32; 0,24; 0,12; 0,06 i 0,03 mg/ml ailantona. Statistički značajan učinak na početni porast koštana utvrđen je svim varijantama istraživanja. Kompleks alelokemikalija u vodenoj otopini korijena iskazao je jače djelovanje u odnosu na čisti ailanton kod svih istraživanih parametara. Najjači učinak utvrđen je na duljinu klice kod primjene vodene otopine korijena pajasena te je određena srednja efektivna koncentracija ( $EC_{50}$ ) koja iznosi 0,0156 pune doze (0,0075 mg/ml ailantona).

**Ključne riječi:** ailanton, alelopatija, koštan, pajasen, vodeni ekstrakti

## Alelopathic effect of tree of heaven root (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) on the initial growth of the barnyard grass weed species (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.)

### Abstract

The objective of this study was to determine a difference between the effects of tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) root aqueous solution as a complex of allelochemicals and pure ailanthone, as its most potent allelochemical, on initial growth of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.). Freshly collected roots cut from the young plants were used for the preparation of aqueous solution. Identification and quantification of ailanthone from the root aqueous solution was made on HPLC. The concentration of 0.48 mg/ml of ailanthone was determined. After quantification, isolation of ailanthone with dichloromethane was performed. Extracts of the root aqueous solution and pure ailanthone were applied to the barnyard grass seeds at six different concentrations that were equivalent to 0.48, 0.32, 0.24, 0.12, 0.06 and 0.03 mg/ml of ailanthone. A statistically significant effect on initial growth of barnyard grass was determined in all variants of the study. The root aqueous solution with a complex of allelochemicals showed a stronger effect compared to the pure ailanthone for all investigated parameters. The strongest effect was determined on the shoot length in the treatment with the root aqueous solution. The mean effective concentration ( $EC_{50}$ ) of 0.0156 (0.0075 mg/ml of ailanthone) for the shoot length in the treatment with the root aqueous solution was determined.

**Key words:** ailanthone, allelopathy, barnyard grass, tree of heaven, aqueous extracts

## Cvrčci (Hemiptera: Auchenorrhyncha) vektori žutica vinove loze u Republici Hrvatskoj

Goran Ivančan, Jelena Plavec, Željko Budinščak

*Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo - Zavod za zaštitu bilja,  
Gorice 68b, Zagreb, Hrvatska, email: goran.ivancan@hcphs.hr*

### Sažetak

Fitoplazme koje uzrokuju bolest na vinovoj lozi zajednički nazivamo žutice vinove loze. U europskim vinogradima najčešće se susreću fitoplazme bois noir ili stolbur (BN, 16SrXII-A), flavescence dorée (FD, 16SrV-C) i aster yellows (AY, 16SrI). Prenose se zaraženim sadnim materijalom i kukcima vektorima. Tijekom 2017. godine prikupljeni su uzorci četiri vrste vektora, iz reda Hemiptera, porodica cvrčaka Cicadellidae, Dictyopharidae i Cixiidae, prijenosnika žutica vinove loze s ciljem određivanja prisutnosti BN i FD fitoplazmi u kukcu vektoru. Primjerci vektora prikupljeni su entomološkom mrežom u vinogradima kontinentalne i primorske Hrvatske u razdoblju od srpnja do rujna 2017. godine. Prisutnost žutica vinove loze u kukcu vektoru određena je molekularnim metodama (PCR, RFLP, real-time PCR). Ukupno je analizirano 69 uzoraka vektora, od toga 20 uzoraka vrste *Scaphoideus titanus* (Ball, 1932) (Cicadellidae), 18 uzoraka vrste *Phlogotettix cyclops* (Mulsant i Rey, 1855) (Cicadellidae), 15 uzoraka vrste *Dictyophara europaea* (Linnaeus, 1767) (Dictyopharidae) i 16 uzoraka vrste *Hyaletthes obsoletus* (Signoret, 1865) (Cixiidae). U šest uzoraka kukaca vektora određena je prisutnost BN i FD fitoplazmi. Dva uzorka vrste *S. titanus* i jedan uzorak vrste *P. cyclops* bili su pozitivni na prisustvo FD fitoplazme. BN fitoplazma određena je u dva uzorka vrste *H. obsoletus* i jednom uzorku vrste *D. europaea*. Dokazano je prisustvo BN fitoplazme u vrstama *H. obsoletus* i *D. europaea* te FD fitoplazme u vrstama *S. titanus* i *P. cyclops*.

**Ključne riječi:** žutice vinove loze, *Scaphoideus titanus*, *Dictyophara europaea*, *Phlogotettix cyclops*, *Hyaletthes obsoletus*

## Leafhoppers (Hemiptera: Auchenorrhyncha) as vectors of grapevine yellows in Croatia

### Abstract

Phytoplasmas that cause vine diseases are commonly referred to as grapevine yellows. They are among the most dangerous vine diseases. The most common phytoplasmas in European vineyards are bois noir or stolbur (BN, 16SrXII-A), flavescence dorée (FD, 16SrV-C) and aster yellows (AY, 16SrI). They are transmitted by infected plant material and insect vectors. During the year 2017 samples of four different vector species from the order Hemiptera, belonging to the families Cicadellidae, Dictyopharidae and Cixiidae, were collected and analysed for the presence of BN and FD phytoplasmas. Samples of vectors were collected with an entomological net in vineyards of continental and coastal Croatia, in the period from July to September 2017. The presence of grapevine yellows in vector insects was determined by molecular analysis (PCR, RFLP, real-time PCR). A total of 69 samples of vector insects were analysed, out of which 20 samples of the species *Scaphoideus titanus* (Ball, 1932) (Cicadellidae), 18 samples of *Phlogotettix cyclops* (Mulsant and Rey, 1855) (Cicadellidae), 15 samples of *Dictyophara europaea* (Linnaeus, 1767) (Dictyopharidae) and 16 samples of *Hyalesthes obsoletus* (Signoret, 1865) (Cixiidae). In six samples of insect vectors the presence of BN and FD phytoplasma was determined. Two samples of *S. titanus* and one sample of *P. cyclops* were positive for FD phytoplasma. BN phytoplasma was determined in two samples of *H. obsoletus* and one sample of *D. europaea*. The presence of BN phytoplasma in *H. obsoletus* and *D. europaea* and FD phytoplasma in *S. titanus* and *P. cyclops* species has been established.

**Key words:** grapevine yellows, *Scaphoideus titanus*, *Dictyophara europaea*, *Phlogotettix cyclops*, *Hyalesthes obsoletus*

## Oporaba otpadnih jestivih ulja u svrhu proizvodnje bioplina

Đurđica Kovačić, Davor Kralik, Daria Jovičić, Robert Spajić, Dario Brdarić

*Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska, e-mail: djkovacic@pfos.hr*

### Sažetak

Cilj istraživanja bio je metodom anaerobne kodigestije triju vrsta otpadnih jestivih ulja (palmi-nog, repičinog i suncokretovog) i goveđe gnojovke proizvesti bioplin te utvrditi prinose bioplina i metana nakon završenog procesa. Anaerobna kodigestija otpadnih jestivih ulja provedena je nakon postupka filtriranja kojim su uklonjene zaostale čestice hrane nakon prženja. Kodigestija je provedena u diskontinuiranim reaktorima volumena 1 L pri termofilnim uvjetima ( $T = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) i trajanju od 50 dana, a goveđa gnojovka korištena je kao inokulum. Radni volumen reaktora bio je  $500\text{ cm}^3$ , a omjer supstrat/inokulum 1/2 (na bazi organske tvari). Kontrolni uzorak činila je sama goveđa gnojovka. Svi eksperimentalni uzorci pripremljeni su u tri ponavljanja. Prije i nakon provedene kodigestije određene su fizikalno-kemijske karakteristike eksperimentalnih uzoraka: pH, udio suhe tvari, udio organske tvari, ukupni organski ugljik i ukupni dušik. Nakon provedene anaerobne kodigestije usporedbom prosječnih prinosa bioplina i metana svih uzoraka utvrđen je statistički značajno viši prosječni prinos bioplina u uzorku koji je sadržavao suncokretovo ulje ( $584,95\text{ cm}^3\text{g}^{-1}\text{ OT}$ ), dok je statistički značajno viši prosječni prinos metana utvrđen u uzorcima koji su sadržavali suncokretovo i repičino ulje ( $405,22$  i  $355,32\text{ cm}^3\text{g}^{-1}\text{ OT}$ ). U odnosu na anaerobnu digestiju kontrolnog uzorka ostvaren je 37,6% viši prosječni prinos bioplina, te 40,4 i 32,1% viši prosječni prinos metana, uslijed čega možemo zaključiti da su otpadna jestiva ulja izvrstan supstrat koji je moguće koristiti za proizvodnju bioplina anaerobnom kodigestijom.

**Ključne riječi:** anaerobna fermentacija, bioplin, goveđa gnojovka, otpadna jestiva ulja

## Recycling of waste cooking oils into biogas

### Abstract

The aim of this study was to, via anaerobic co-digestion of three different types of waste cooking oils (palm, rapeseed and sunflower) and cattle manure, produce biogas and to determine average biogas and methane yields after anaerobic co-digestion. Anaerobic co-digestion of waste cooking oils was carried out after the filtration process which removed residual solid food particles that incurred during frying. Co-digestion was conducted in 1 L discontinuous reactors under thermophilic conditions ( $T = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) during 50 days, while cattle manure was used as inoculum. Working volume of reactor was  $500\text{ cm}^3$ , while substrate/inoculum ratio was 1/2 (on the volatile solids basis). Control group was the cattle manure itself. All experiments were performed in triplicate. Physical and chemical characteristics of the experimental samples were determined before and after co-digestion: pH, total solids, volatile solids, total organic carbon and total extractable nitrogen. By comparing the average biogas and methane yields of all experimental samples after anaerobic co-digestion process, significantly higher average biogas yield was determined in the experimental sample containing sunflower oil ( $584,95\text{ cm}^3\text{g}^{-1}\text{ VS}$ ), while significantly higher average methane yield was determined in experimental samples containing sunflower and rapeseed oil ( $405,22$  and  $355,32\text{ cm}^3\text{g}^{-1}\text{ VS}$ ). Compared to the anaerobic monodigestion of cattle manure (control sample), 37,6% higher average biogas yield and 40,4 and 32,1% higher average methane yields were determined in above mentioned experimental samples. Therefore, it can be concluded that waste cooking oils are excellent substrates for the production of biogas by anaerobic co-digestion process.

**Key words:** anaerobic co-digestion, biogas, cattle manure, waste cooking oils



## Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na klijavost i energiju klijanja lubenice i dinje

Tomislav Vinković, Monika Tkalec, Boris Ravnjak, Marija Slivonja

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: tvinkovic@pfos.hr*

### Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na klijavost i energiju klijanja, te na masu i visinu klijanaca lubenice i dinje. U pokusu je korišteno sjeme lubenice sorte Crimson sweet i dinje sorte Vita bella. Testiranje klijavosti i energije klijanja provedeni su standardnom laboratorijskom metodom u Laboratoriju za povrćarstvo, cvjećarstvo, ljekovito i začinsko bilje na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku. Masa i visina klijanaca utvrđeni su na kraju testiranja. Statistička analiza podataka pokazala je da osvjetljenje znatno utječe na visinu klijanaca kod obje vrste. Prema tome, kod lubenice i dinje klijanci su bili značajno viši ( $p=0,05$ ) pod FLUO osvjetljenjem. Kod mase klijanaca, klijavosti i energije klijanja nisu zabilježene značajne razlike u ovisnosti o različitom tipu osvjetljenja, osim kod dinje gdje je zabilježena značajno veća klijavost kada je sjeme klijalo pod LED osvjetljenjem.

**Ključne riječi:** lubenica, dinja, klijavost, LED osvjetljenje, FLUO osvjetljenje

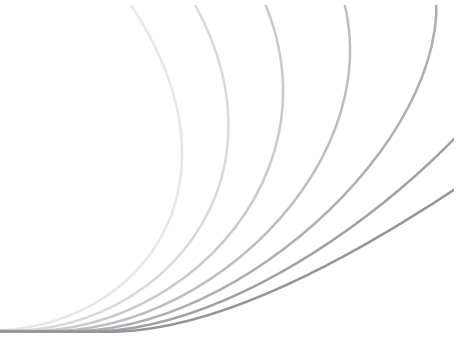
## Influence of different types of artificial light on germination and germination energy of watermelon and melon

### Abstract

The aim of this study was to determine the influence of LED and FLUO light on germination and germination energy of watermelon and melon seeds as well as on weight and height of their seedlings. In this experiment, the seed of watermelon cv. Crimson sweet and melon cv. Vita bella was used to test each parameter. The germination and germination energy were determined according to standard laboratory procedure in the Laboratory for Vegetable, Flowers, Medicinal and Spice Herbs at the Faculty of Agriculture in Osijek. The weight and height of seedlings was measured at the end of the testing period. Statistical analysis of data showed that the type of light significantly affected both melon and watermelon seedling's height. Accordingly, seedlings were significantly higher ( $p=0,05$ ) under the FLUO light. However, there were no significant differences between germination and germination energy as well as seedling's weight as influenced by different light type, except for melon seeds where higher germination under LED light was recorded.

**Key words:** watermelon, melon, germination, LED light, FLUO light

## Section IV



# **Agroeconomics**

## **Agroekonomika**



## Evidentiranje troškova na gospodarstvima s ekološkom proizvodnjom

Ana Crnčan<sup>1</sup>, Igor Kralik<sup>1</sup>, David Kranjac<sup>1</sup>, Kristina Bolvari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: acrcan@pfos.hr

<sup>2</sup>Studentica diplomskog studija "Agroekonomika", Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Cilj rada bio je utvrditi način i učestalost evidentiranja troškova na poljoprivrednim gospodarstvima s ekološkom proizvodnjom. Anketom je utvrđeno kako 65% ispitanika samostalno vodi evidenciju o troškovima proizvodnje, a njih 57% smatra kako je uloga ispravno evidentiranih troškova i podataka o istima neophodna za potrebe donošenja upravljačkih odluka. Iz SWOT analize proizlazi kako su potrebne određene promjene u političko-pravnom sektoru, ali i udruživanje, odnosno međusobno povezivanje postojećih i budućih ekoloških poljoprivrednih proizvođača. Evidentiranjem svih utrošenih elemenata proizvodnje i međusobnom suradnjom moguće je povećanje ekološke proizvodnje i zauzimanje određene pozicije na tržištu.

**Gljučne riječi:** ekološka proizvodnja, evidentiranje troškova, SWOT analiza

### Uvod

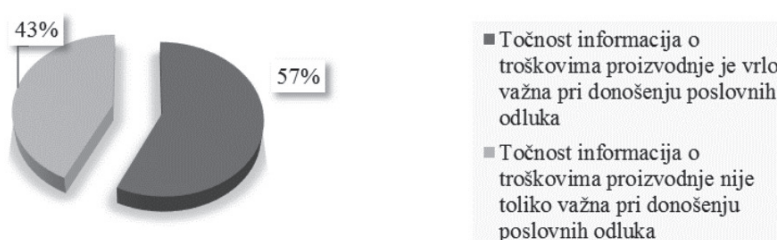
Ekološka proizvodnja poseban je sustav održivoga gospodarenja u poljoprivredi i šumarstvu koji obuhvaća uzgoj bilja i životinja, proizvodnju hrane, sirovina i prirodnih vlakana, te preradu primarnih proizvoda, a uključuje sve ekološki, gospodarski i društveno opravdane proizvodno-tehnološke metode zahvate i sustave (Znaor, 1996., Pejnović i sur., 2012.). Osim navedenog, ista najpovoljnije koristi plodnost tla i raspoložive vode, prirodna svojstva biljaka, životinja i krajobraza, teži ostvarivanju sve većih prinosa i otpornosti biljaka s pomoću prirodnih sila i zakona uz propisanu uporabu gnojiva i sredstava za zaštitu bilja i životinja (N.N. 12/01). Ekološka poljoprivreda najbolje se uklapa u koncept održive poljoprivrede koja nastoji ostvariti što više prinose uz određeni profit, ali bez uništavanja prirodnih resursa. Svrha svakog poljoprivrednog proizvođača je postizanje prethodno navedenog, a kako bi se ono realiziralo neophodno je evidentiranje svih utrošenih elemenata procesa proizvodnje kako bi se mogli izračunati realni ekonomski pokazatelji potrebni za sagledavanje rezultata proizvodnje i daljnjeg planiranja iste. Upravo je evidentiranje troškova, njihovo uspoređivanje, izračunavanje i u konačnici njihovo izražavanje vrlo značajna aktivnost upravitelja gospodarstva jer pridonosi kontroli, analizi i upravljanju proizvodnje. Cilj rada bio je analizirati način i učestalost evidencije troškova na poljoprivrednim gospodarstvima koja proizvode ekološke proizvode sa svrhom indiciranja načina upravljanja gospodarstvom i u vezi s tim reflektiranja na financijski rezultat proizvodnje.

## Materijal i metode

U teorijskom dijelu rada korištena je metoda deskriptivne i komparativne analize sekundarnih izvora podataka o razvijenosti ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj. U drugom dijelu rada istraženi su i navedeni rezultati provedenog empirijskog istraživanja ekoloških proizvođača koji djeluju u okviru solidarne neformalne grupe na području Osječko-baranjske županije. Istraživanje je provedeno tijekom mjeseca ožujka i travnja 2017. godine, a u njemu je sudjelovalo ukupno 14 proizvođača. U radu su istraženi i analizirani čimbenici vanjskog i unutarnjeg okruženja na temelju kojih je razvijena SWOT matrica (Straights – snage, Weaknesses – slabosti, Opportunities – mogućnosti, Threats - prijetnje) s ciljem prepoznavanja i analize prijetnji i prilika te procjene slabosti i snaga koji individualno ili sinergijski djeluju na ekološku poljoprivrednu proizvodnju.

## Rezultati i rasprava

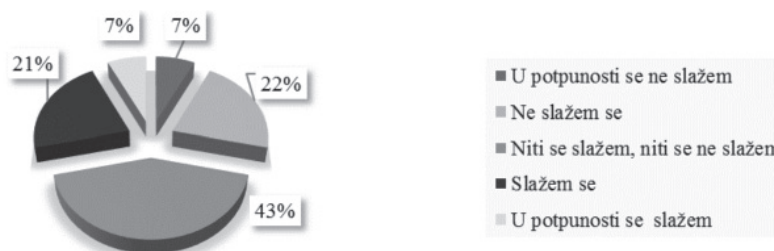
Bilježenje troškova neophodna je aktivnost pri svakoj proizvodnji kako bi u konačnici proizvodni i ekonomski rezultati bili precizniji. Na temelju evidencije proizvodnih troškova uvijek se može predviđati i planirati buduće izdatke ovisno o okruženju u kojem se nalaze. Osim toga, evidencijom je moguće utvrditi i odstupanja od troškovnog plana koja su se eventualno pojavila prilikom poslovanja, zadržati troškove u nekom planiranom okviru primjenjujući različite mjere snižavanja troškova proizvodnje te upraviteljima osigurati informacije za izbor između alternativa u cilju postizanja optimalnih ekonomskih rezultata. Na pitanje o postojanju evidentiranja troškova na vlastitom gospodarstvu proizvođači su velikom većinom potvrdno odgovorili, njih 64%, dok se 36% ispitanika negativno izjasnilo. Osim što bilježe svaki proizvodni trošak, proizvođači samostalno vode evidenciju o troškovima na gospodarstvu što smatraju optimalnije jer ne moraju dodatno osigurati plaću za uposlenika koji bi isto obavljao. Prilikom navedene aktivnosti bitne su vještine i znanja proizvođača o troškovima, njihovom utjecaju na ukupne poslovne rezultate, ali prije svega i upravljanje istima, odnosno načinima kako smanjiti postojeće troškove da bi poslovanje bilo što uspješnije. O prednostima evidentiranja svih utrošenih elemenata proizvodnje i mogućnostima snižavanja istih, proizvođači su se većinom izjasnili kako su zadovoljni postignutim, a samo njih četvero bi promijenilo dosadašnji način evidentiranja i izračunavanja ukupnih troškova proizvodnje. Grafikonom 1. prikazano je što proizvođači misle o važnosti informacija o troškovima i točnosti istih kako bi se na temelju toga mogle donijeti relevantne i dosljedne poslovne odluke.



**Grafikon 1.** Važnost informacija o troškovima za potrebe donošenja odluka (Izvor: Bolvari, 2017.)

Većina proizvođača, točnije 57% njih izjasnili su se kako je uloga ispravno evidentiranih troškova i podataka o istima neophodna za potrebe donošenja upravljačkih odluka. Navedeno bi trebalo biti prioritet na svakom gospodarstvu jer se iz informacija o troškovima lakše mogu donositi odluke o daljnjoj proizvodnji. Ono upućuje na prirodu troškova gospodarstva kao i načine te mogućnosti korekcije istih. Na taj način, upravitelj može na puno lakši način stvoriti plan svog

upravljanja, a da on bude isplativ i pozitivan za poslovanje. Karić (2006.) navodi kako računovodstvo troškova služi i za upravljanje troškovima, to jest zadovoljava potrebe upravitelja pri pripremi tekućih i dugoročnih odluka. Ostatak proizvođača, njih 43 % smatra kako točnost informacija o troškovima proizvodnje nije toliko važna pri donošenju poslovnih odluka što zapravo nije preporučljivo stajalište. Kako bi utjecali na uspješnost proizvodnje proizvođači mogu primarni proizvod dovesti do većeg stupnja finalizacije, ali prije svega neophodno je bilježenje svih utrošenih elemenata i poduzimanje aktivnosti koje djeluju na smanjenje troškova proizvodnje. Pomoću Grafikona 2. prikazana su mišljenja o tome kako bi smanjenje troškova djelovalo na uspješniji krajnji rezultat proizvodnje.



**Grafikon 2.** Utjecaj snižavanja troškova na financijski rezultat proizvodnje (Izvor: Bolvari, 2017.)

Najveći udio ispitanika, njih 43% izjasnilo se kako nema definirano mišljenje o tome je li snižavanje troškova glavni alat kojim je moguće utjecati na financijski rezultat proizvodnje. Gotovo je jednak udio ispitanika, 21%, koji su se izjasnili kako se slažu s navedenom tvrdnjom da utjecanje na troškove proizvodnje može dovesti do uspješnijeg rezultata proizvodnje, ali isto tako 22% proizvođača negira spomenutu tvrdnju. Prema nekim autorima (Karić, 2006., Crnčan i sur., 2017.) jedna od mogućnosti utjecaja na financijski rezultat proizvodnje i poslovanja je snižavanje troškova proizvodnje. S druge strane, na financijski rezultat se može utjecati i snižavanjem troškova posuđenih sredstava, povećanjem opsega proizvodnje ili reinvestiranjem. Cilj svakog gospodarstva je maksimizirati dobit (Karić, 2002.). Osim toga, nije svrha troškove pod svaku cijenu snižavati već je cilj poduzimati aktivnosti, premda one stvaraju troškove, radi osiguravanja trajno profitabilnog poslovanja, odnosno najveće moguće dugoročne koristi (Crnčan, 2017.). Grafikonom 3. prikazana su mišljenja o tome koliko upravljanje troškovima proizvodnje utječe na konačni rezultat, odnosno uspješnost proizvodnje.



**Grafikon 3.** Stavovi upravitelja gospodarstava o važnosti evidentiranja troškova (Izvor: Bolvari, 2017.)

Najviše ispitanika, njih 43% slaže se s činjenicom kako se postiže bolja kontrola troškova provođenjem sustava upravljanja troškovima. Ishod ovog pitanja je bio i očekivan jer samom evidencijom troškova može se uvijek pratiti postojeće stanje i predvidjeti bliža budućnost poslovanja. Veliki je udio i onih koji su odgovorili kako se ne slažu, 21%, ili 29% njih je neodlučno obzirom

na navedenu tvrdnju. Prema Kariću (2002.) dobar upravitelj zna kako svako ulaganje u poboljšanje funkcioniranja organizacije nije samo trošak, nego može donijeti, kako povećanje profitabilnosti, tako i poboljšanje kontrole troškova proizvodnje. Pomoću SWOT analize moguće je uočiti dobre i manje dobre strane ovakve proizvodnje, a ista može poslužiti postojećim ili budućim proizvođačima prilikom preispitivanja odluke o ekološkoj proizvodnji.

**Tablica 1.** SWOT analiza ekološke poljoprivrede

Snage (S)	Slabosti (W)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poljoprivredne površine pogodne za razvoj ekološke poljoprivrede</li> <li>- Interes proizvođača za ovakvu proizvodnju</li> <li>- Očuvanje tradicionalnih oblika proizvodnje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visoki troškovi proizvodnje</li> <li>- Visoka cijena ekoloških proizvoda</li> <li>- Neodgovarajuća razina tehnoloških i marketinških znanja proizvođača</li> </ul>
Prilike (O)	Prijetnje (T)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Udruživanje i povezivanje proizvođača</li> <li>- Potencijal za promociju</li> <li>- Razvoj postojećih i otvaranje novih kanala prodaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uvoz deklariranih „ekoloških“ proizvoda</li> <li>- Nепрепозnavanje prednosti domaćih ekoloških proizvoda od strane kupaca</li> <li>- Daljnje smanjenje kupovne moći stanovništva</li> </ul>

Izvor: Bolvari, 2017.

SWOT analiza je subjektivnog karaktera i upućuje na prednosti ili snage ovakve proizvodnje, a to je očuvanje okoliša, odnosno osvješteniji način proizvodnje u odnosu na ostale. Međutim, kao i u svakoj djelatnosti tako i pri ekološkoj proizvodnji hrane postoji i veliki broj slabosti, a one se odnose na neodgovarajuću razinu tehnoloških i marketinških znanja, visoke cijene inputa te slabu kupovnu moć potrošača. Kao najvažnije prilike identificirano je udruživanje proizvođača, postojanje potencijala za promociju ekoloških proizvoda kroz različite oblike turizma ili web marketinga te porast potražnje za ekološkim proizvodima. Prijetnje budućem razvoju ekološke proizvodnje odnose se na smanjenje kupovne moći stanovništva, kompliciranu zakonsku legislativu i postupke implementacije ekološke proizvodnje, te uvoz ekoloških proizvoda. Povezivanje proizvođača međusobno neophodno je kako bi se ojačala sama proizvodnja kroz zajednički nastup na tržištu, ali i veće mogućnosti za korištenje poticanja i osnaživanja djelatnosti. Kako bi se realiziralo navedeno potrebna su znanja i vještine proizvođača, te upućenost u sve zakonske legislative i postupke koje su neophodni za održivost proizvodnje i djelovanje proizvođačkih organizacija. Problem predstavlja i uvoz slabo kontroliranih tzv. ekoloških proizvoda, dok je s druge strane hrvatska proizvodnja zanemarlivo mala pa se s istom ne mogu zadovoljiti potrebe tržišta ili izvoza. Mogućnosti za povećanje analizirane proizvodnje moguće su kroz organiziranu proizvodnju, a čemu trebaju biti temelj promjene u političko-pravnom sektoru. U tome smislu ekološka proizvodnja postaje imperativ ako se ima u vidu održiva poljoprivredna proizvodnja, održivi razvoj obrtništva i zadugarstva, te utjecaj na smanjenje nezaposlenosti.

### Zaključak

Cilj rada bio je utvrditi način i učestalost evidentiranja troškova na poljoprivrednim gospodarstvima s ekološkom proizvodnjom sa svrhom indiciranja načina upravljanja istom i u vezi s tim reflektiranja na financijski rezultat. Većina ispitanika, njih 64% izjasnilo se kako je evidencija troškova proizvodnje ključna aktivnost pri planiranju rezultata, a istu najčešće provode sami. Samo 21% proizvođača smatra kako planiranje troškova rezultira uspješnijim rezultatom proizvodnje. Temeljem prikupljenih informacija o unutarnjem i vanjskom okruženju pomoću SWOT matrice analizirane proizvodnje proizlazi kako je utjecaj države, kao nositelja razvoja ekološke poljoprivrede iznimno snažan. Kroz usmjeravanje i koordiniranje

ukupnih aktivnosti koje podrazumijeva i međusobno povezivanje proizvođača, te evidentiranje svih inputa, moguće je stvoriti prepoznatljive proizvode i utjecati na uspješniji financijski rezultat ekološke poljoprivredne proizvodnje.

### **Napomena**

*Rad je nastao na temelju završnog rada studentice Kristine Bolvari pod nazivom „Evidentiranje i upravljanje troškovima na poljoprivrednim gospodarstvima s ekološkom proizvodnjom“, obranjenog 2017. godine na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku.*

### **Literatura**

1. Bolvari, K. (2017): Evidentiranje i upravljanje troškovima na poljoprivrednim gospodarstvima s ekološkom proizvodnjom. Završni rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
2. Crnčan, A., Škrtić, Z., Kralik, Z., Mihaljević, A. (2017): TOWS analiza proizvodnje jaja iz ekološkog sustava držanja. Zbornik radova 10. međunarodnog znanstveno-stručnog skupa "Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša", Vukovar, 5. - 7. lipnja 2017. Osijek: Glas Slavonije d.d., 216-220.
3. Crnčan, A., Ranogajec, Lj., Deže, J., Hadelan, L., Kristić, J. (2017): Ekonomika proizvodnje konzumnih jaja iz obogaćenih kaveza i stajskog sustava držanja. Zbornik radova 52. hrvatskog i 12. međunarodnog simpozija agronoma, Dubrovnik, 12. - 17. veljače 2017. Osijek: Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, 132-135.
4. Karić, M. (2002): Kalkulacije u poljoprivredi. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek. 194-196.
5. Karić, M. (2006): Ekonomika poduzeća. Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 236.
6. Pejnović, D., Ciganović, A., Valjak, V. (2012): Ekološka poljoprivreda Hrvatske: problemi i mogućnosti razvoja. Hrvatski geografski glasnik, 74 (1), 141-159.
7. N.N. 12/01, Zakon o ekološkoj proizvodnji poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda.
8. Znaor, D. (1996): Ekološka poljoprivreda. Nakladni zavod Globus, Zagreb. 20-95.

## **Recording costs on farms with organic production**

### **Abstract**

Aim of this paper was to determine the manner and frequency of the recording of costs on agricultural holdings with organic production. The survey found that 65% of respondents independently keep records of production costs, and 57% of them considers that role of properly recorded costs and data are necessary for decision making in management. SWOT analysis found that certain changes in the political and legal sector are necessary as well as the associations or the interconnections of existing and future ecological agricultural producers. By identifying all the consumed elements of production and by cooperation, it is possible to increase the ecological production and also to take certain position on the market.

**Key words:** ecological production, cost management, SWOT analysis

## Transformacija činitelja poslovanja u poljoprivrednim subjektima Vukovarsko-srijemske županije

Jelena Kristić<sup>1</sup>, Pia Jemrić<sup>2</sup>, Jadranka Deže<sup>1</sup>, Ljubica Ranogajec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, Zavod za agroekonomiku, V. Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska, e-mail: jkristic@pfos.hr

<sup>2</sup>Student, Poljoprivredni fakultet u Osijeku

### Sažetak

Povezivanjem klasičnih i novih činitelja proizvodnje, s naglaskom na zajednički cilj ostvarenja što boljeg poslovnog rezultata, dolazi se do njihove transformacije i napretka poljoprivrednih subjekata. Pridržavajući se načela klasičnih i novih činitelja proizvodnje, za poljoprivredne subjekte se otvaraju nove prilike koje im omogućuju da postanu uspješniji od svoje direktne i indirektna konkurencije. U cilju utvrđivanja važnosti klasičnih i novih činitelja proizvodnje, provedeno je primarno istraživanje na uzorku reprezentativnih poljoprivrednih subjekata u Vukovarsko-srijemskoj županiji. Utvrđeno je kako su klasični činitelji poljoprivredne proizvodnje (zemlja, rad i kapital) većini ispitanika značajniji od novih činitelja poljoprivredne proizvodnje (virtualna organizacija, telework i intelektualni kapital). Od novih činitelja, jedino se intelektualni kapital počinje izdvajati i dobivati sve više na važnosti.

**Ključne riječi:** klasični činitelji proizvodnje, novi činitelji proizvodnje, poljoprivredni subjekti, Vukovarsko-srijemska županija

### Uvod

Zemlja kao proizvodni resurs predstavlja veliku važnost za proizvodnju jer od njezine plodnosti i kvalitete ovise prinosi i ekonomski rezultati. Bez utrošene ljudske radne snage nisu niti vidljivi značajni rezultati. Rad prikazuje utrošeno vrijeme u nekoj proizvodnji (Kolaković, 2006.). Kapital je vrijednost koja se ulaže u proizvodnju s osnovnom svrhom povećanja proizvodnje. Kao što je potrebna ljudska radna snaga, potrebna je i zemlja kao predmet rada, ali i kapital kako bi se razvijala proizvodnja. Što je brži obrtaj kapitala, to se i brže obnavlja sama proizvodnja (Zlatović, 2015.). Važno je alocirati kapital u različite proizvodne djelatnosti organizacije i različite zemlje (Piketty, 2014.). Virtualna organizacija može se definirati kao grupa poslovnih subjekata koji se međusobno povezuju putem informacijske tehnologije radi ostvarivanja pozitivnih rezultata (web.efzg.hr, 2017.). Intelektualni kapital, koji može biti ljudski, strukturni i potrošački kapital, predstavlja primjenu znanja u proizvodnji (Sundać i Švast, 2009.). Telework podrazumijeva poslovni aranžman kod kojeg zaposlenici uživaju povlastice fleksibilnog radnog vremena i mjesta pri čemu se služe elektronskim medijima u komunikaciji kako bi se ostvarili povoljni rezultati. Iz prethodno navedenog proizlazi glavni cilj rada koji je usmjeren na istraživanje sastavnica činitelja poslovanja i njihove važnosti u poljoprivrednim subjektima na području Vukovarsko-srijemske županije.

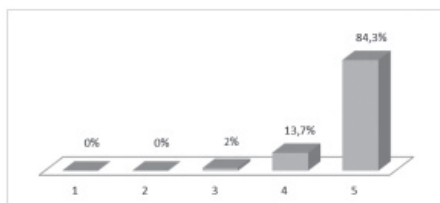


## Materijal i metode

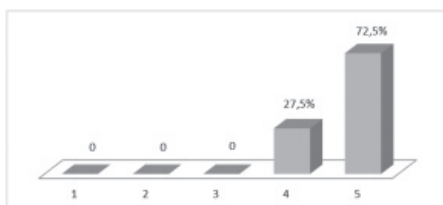
Primarnim on-line istraživanjem obuhvaćena su 173 poljoprivredna subjekta na području Vukovarsko-srijemske županije koja su odabrana temeljem podataka Hrvatske gospodarske komore (www.hgk.hr, 2017.). Instrument primarnog istraživanja, oblikovan u Google obrascu, poslan je na e-mail adrese svih poljoprivrednih subjekata, a ispravno je popunjeno njih 51, čime odaziv istraživanju iznosi 29,48%. Ispitanici, koji predstavljaju svoje poljoprivredne subjekte, su ispunjavali upitnik koji se sastojao od tri cjeline. Prva cjelina upitnika sadržavala je pitanja za potrebe demografije. Druga cjelina odnosila se na klasične činitelje poslovanja, a treća cjelina na nove činitelje poslovanja. Analiza podataka je obavljena metodama deskriptivne statistike, dok su se u teorijskom dijelu rada najviše koristile metode analize i sinteze, indukcije i dedukcije, komparacije i kompilacije.

## Rezultati i rasprava

Zemlja, rad i kapital u uskoj su vezi, a funkcija proizvodnje neće pokazati iznimne rezultate ukoliko ne postoji kombinacija sva tri čimbenika. Virtualna organizacija, rad od kuće, te intelektualni kapital obilježavaju pojmove „nove“ ekonomske znanosti. Razlog njihovog ubrzanog rasta, proučavanja i kontinuiranog poboljšavanja je pozitivan utjecaj na ekonomski rast i razvoj.

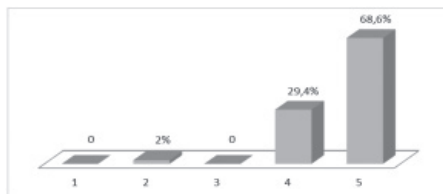


**Grafikon 1.** Distribucija odgovora na pitanje „Koliko vam je bitna zemlja kao činitelj poslovanja?“ (Jemrić, 2017.)



**Grafikon 2.** Distribucija odgovora na pitanje „Koliko vam je bitan rad kao činitelj poslovanja?“ (Jemrić, 2017.)

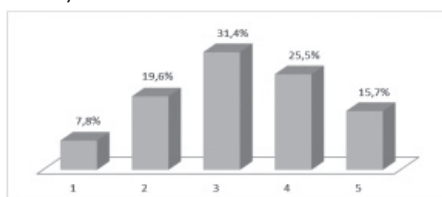
Gotovo 85% ispitanika ocijenilo je zemlju kao izuzetno važnim činiteljem poslovanja, a samo 13,7% ispitanika ocijenilo ju je kao vrlo važnom (Grafikon 1.). Rad je također važan činitelj za ispitanike jer preko 72% ispitanika ga ocjenjuje izuzetno važnim, a 72,5% vrlo važnim (Grafikon 2.).



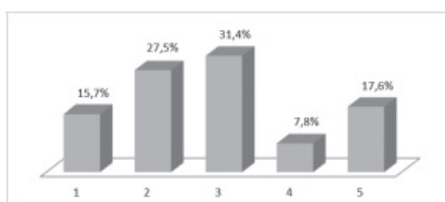
**Grafikon 3.** Distribucija odgovora na pitanje „Koliko vam je bitan kapital kao činitelj poslovanja?“ (Jemrić, 2017.)

Za kapital možemo reći da je treće rangiran po važnosti klasičnih činitelja proizvodnje kod ispitanika jer 68,6% ispitanika ga ocjenjuje izuzetno važnim, a 29,4% vrlo važnim (Grafikon 3.).

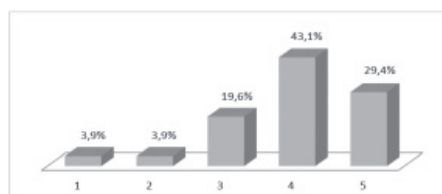
Virtualna organizacija i telework (Grafikon 4. i 5.) su za poljoprivredne subjekte Vukovarsko-srijemske županije podjednako važni odnosno nisu važni. Najveći postotak se ostvaruje u kategoriji niti mi je promatrani činitelj važan niti mi nije važan (31,4% kod obje kategorije). Zanimljivo je kako su relativno visoki postoci ostvareni u kategoriji uopće mi nije važan (7,8% za virtualnu organizaciju i 15,7% za telework).



**Grafikon 4.** Distribucija odgovora na pitanje „Koliko vam je bitna virtualna organizacija kao činitelj poslovanja?“ (Jemrić, 2017.)



**Grafikon 5.** Distribucija odgovora na pitanje „Koliko vam je bitan telework kao činitelj poslovanja?“ (Jemrić, 2017.)



**Grafikon 6.** Distribucija odgovora na pitanje „Koliko vam je bitan intelektualni kapital kao činitelj poslovanja?“ (Jemrić, 2017.)

Kod intelektualnog kapitala, kao novog činitelja poslovanja, situacija je ipak nešto bolja jer ga 43,1% ispitanika ocjenjuje kao vrlo bitnim, a 29,4% izuzetno bitnim (Grafikon 6.). Rangiranjem klasičnih i novih činitelja poslovanja, zemlja je ispitanicima ipak na prvom mjestu, slijede je rad i kapital, nakon kojih idu intelektualni kapital, virtualna organizacija i telework.

## Zaključak

Povezivanjem klasičnih i novih činitelja proizvodnje, s naglaskom na zajednički cilj ostvarenja što boljeg poslovnog rezultata, dolazi se do njihove transformacije i napretka poljoprivrednih subjekata. Pridržavajući se načela klasičnih i novih činitelja proizvodnje, za poljoprivredne subjekte se otvaraju nove prilike koje im omogućuju da postanu uspješniji od svoje direktne i indirektno konkurencije. Provedenim istraživanjem poljoprivrednih subjekata u Vukovarsko-srijemskoj županiji utvrđeno je kako su klasični činitelji poljoprivredne proizvodnje (zemlja s 84%, rad sa

72% i kapital sa 68% ostvarenih u kategoriji izuzetno važan činitelj poslovanja) većini ispitanika značajniji od novih činitelja poljoprivredne proizvodnje (virtualna organizacija s 15%, telework sa 17% i intelektualni kapital s 29% ostvarenih u kategoriji izuzetno važan činitelj poslovanja). Od novih činitelja, jedino se intelektualni kapital počinje izdvajati i dobivati sve više na važnosti jer ga 72,5% ispitanika ocjenjuje kao vrlo bitnog odnosno izuzetno bitnog.

### Napomena

Rad je proizašao iz diplomskog rada „Transformacija činitelja poslovanja u poljoprivrednim subjektima Vukovarsko-srijemske županije” autorice Jemrić Pie, studentice diplomskog sveučilišnog studija „Agroekonomika” na Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

### Literatura

1. Jemrić, P. (2017): Transformacija činitelja poslovanja u poljoprivrednim subjektima Vukovarsko-srijemske županije. Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
2. Kolaković, M. (2006): Poduzetništvo u ekonomiji znanja. Sinergija d.o.o., Zagreb.
3. Piketty T. (2014): Kapital u 21. stoljeću. Profil, Zagreb.
4. Sundać, D., Švast, N. (2009): Intelektualni kapital: temeljni čimbenik konkurentnosti poduzeća. Ministarstvo rada, gospodarstva i poduzetništva, Zagreb.
5. Zlatović, D. (2015): Nelojalna konkurencija - zaštita prava intelektualnog vlasništva od nepoštenog trgovanja. Libertin naklada, Rijeka.
6. [web.efzg.hr/dok/pds/Strat\\_pod/Koncept.pdf](http://web.efzg.hr/dok/pds/Strat_pod/Koncept.pdf) (15.09.2017.).
7. [www.hgk.hr](http://www.hgk.hr) (15.09.2017.).

## Transformation of production factors in agricultural subjects of Vukovar-Srijem County

### Abstract

By linking classical and new production factors, with the emphasis on the common goal of achieving better business results, their transformation and the progress of agricultural entities is inevitable. By adhering to the principles of classical and new factors of production, new opportunities are opened for agricultural subjects and they enable them to become more successful than their direct and indirect competition. In order to determine the importance of classical and new factors of production, primary research was conducted on a representative sample of Vukovar-Srijem County agricultural subjects. The research results show that the most important factors of agricultural production are land, labour and capital. To most respondents they are more significant than the new factors of agricultural production (virtual organization, telework and intellectual capital). From new factors, only intellectual capital is starting to become more and more important.

**Key words:** classical production factors, new production factors, agricultural subjects, Vukovar-Srijem County

## Navodnjavanje u funkciji rasta poljoprivredne proizvodnje u Hrvatskoj

Lari Hadelan<sup>1</sup>, Ana Crnčan<sup>2</sup>, Tihana Kovačićek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska c. 25, Zagreb

<sup>2</sup>Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, email: acrnacan@pfos.hr

### Sažetak

Navodnjavanje je jedna od mjera intenziviranja poljoprivredne proizvodnje s pozitivnim utjecajem na dohodak poljoprivrednika i vrijednost poljoprivredne proizvodnje nekog područja. Hrvatska je zemlja u kojoj je mali udio navodnjavanih površina u neskladu s mediteranskim obilježjem zemlje i proizvodnim potrebama kultura. Cilj je rada bio ukazati na ulogu navodnjavanja u povećanju poljoprivredne proizvodnje te naglasiti preduvjete ekonomske prihvatljivosti navodnjavanja u smislu pogodnosti vodenih i zemljišnih resursa te postojanja odgovarajuće proizvodne strukture. Iako korelacijskom analizom na primjeru zemalja Europske unije nije utvrđena povezanost razvijenosti poljoprivrede i navodnjavanja, racionalno i geografski ciljano uvođenje navodnjavanja u proizvodnu praksu poljoprivrednika jedan je od nužnih preduvjeta povećanja vrijednosti proizvodnje hrvatske poljoprivrede.

**Ključne riječi:** navodnjavanje, vodeni resursi, poljoprivredna proizvodnja, razvoj

### Uvod

Engleski ekonomist i demograf Thomas Robert Malthus (1766.-1834.) u 18. stoljeću ukazao je na neodrživo povećanje ljudske populacije i povezoao s time probleme u opskrbi hranom. Njegovi suvremenici danas iznose brojne argumente kojima s tristotinjak godina odmak ponavljaju Malthusove kataklizmičke procjene nemogućnosti ishrane rastućeg svjetskog stanovništva. Svjetska organizacija za hranu i poljoprivredu (FAO, 2009.) procijenila je da će zbog porasta svjetskog stanovništva do 2050. godine biti potrebno povećati današnju razinu proizvodnje hrane za 70% kako bi se zadovoljile prehrambene potrebe ljudi. Zbog ograničenih mogućnosti povećanja poljoprivrednih površina u svijetu, potrebno je intenzivirati postojeće proizvodne resurse s ciljem povećanja prinosa po jedinici kapaciteta. Jedna od mjera intenzifikacije poljoprivredne proizvodnje je i uvođenje sustava za navodnjavanje (Ruttan, 2002.) na područja na kojima za to postoje realni uvjeti.

Hrvatska je jedna od članica Europske unije (EU) s najmanjim udjelom navodnjavanih površina. Prema podacima Eurostata u 2013. godini u Hrvatskoj se navodnjavalo 2% poljoprivrednih površina dok isti izvor navodi prosjek zemalja EU-a od 11,3%. Zaostajanje Hrvatske dodatno naglašava činjenica da su udjeli navodnjavanih površina u geografski usporedivim zemljama s Hrvatskom i puno viši od europskog prosjeka. Navodnjavanje je, tako, najzastupljenije u mediteranskim zemljama (Grčka 44,9%; Italija 33,9% korištenih poljoprivrednih površina) kojima pripada i Hrvat-

ska s 20-tak puta manjim udjelima. Navodnjavanje koje se u svijetu zadnjih pedesetak godina udvostručilo, kako količinama utrošene vode tako i zastupljenošću na poljoprivrednim površinama, u Hrvatskoj je još uvijek u nesrazmjeru s mogućnostima i potrebama poljoprivredne proizvodnje.

### **Ciljevi istraživanja su:**

- a. opisati raspoloživost vodenih resursa i značajki tla u Hrvatskoj za potrebe navodnjavanja,
- b. odrediti doprinos navodnjavanja rastu prinosa i dohotka u poljoprivrednoj proizvodnji,
- c. utvrditi statističku povezanost razvijenosti poljoprivrede i udjela navodnjavanih površina

### **Materijal i metode**

Istraživanje se najvećim djelom temelji na podacima Eurostata i Faostata o navodnjavanim površinama koji su obrađeni primjenom deskriptivne statističke analize. Uz navedeno, u radu je korištena korelacijska analiza s izračunom Spearmanovog koeficijenta korelacije kojom je određena statistička povezanost između udjela navodnjavanih površina i površina pod povrćem kao i povezanost navodnjavanja i pokazatelja proizvodnosti poljoprivrede (bruto dodana vrijednost po jedinici rada u poljoprivredi).

### **Rezultati rada i rasprava**

#### *Raspoloživosti i pogodnosti vodenih resursa i tla u Hrvatskoj za navodnjavanje*

Prema raspoloživoj količini i kvaliteti vode, Hrvatska je u prednosti pred mnogim europskim zemljama, što proizlazi iz činjenice kako na cijelom svom prostoru obiluje brojnim vodotocima, jezerima, akumulacijama i lokalnim izvorima. Prema izvješću o vodnim zalihama, koje je izradio UNESCO snimajući stanje u čak 188 zemalja svijeta, Hrvatska se na prostoru Europe smjestila na treću poziciju. Bogatije vodom od nje samo su dvije sjeverne zemlje - Norveška i Island. Hrvatska prema tom izvješću raspolaže sa 32.818 prostornih metara godišnje obnovljive pitke vode po stanovniku i po tom se podatku svrstava u krug 30 vodom najbogatijih zemalja svijeta (Zekić i sur., 2014.). Osnovna značajka prostornog razmještaja površinskih i podzemnih vodnih resursa u Hrvatskoj je heterogenost uvjetovana reljefnim, klimatskim i geološkim specifičnostima. U Nacionalnom projektu navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (NAPNAV, 2003.) područje Hrvatske podijeljeno je u šest rangova obzirom na vodeni potencijal za navodnjavanje. U područje s vrlo visokim potencijalom svrstano je uže područje velikih rijeka (Dunav, Sava, Drava, Mura, Una, Kupa), Međimurje i Baranja. S druge strane područjem s najmanjim vodnim potencijalom određeni su jugozapadni dio Istre, uže priobalno područje i otoci.

Tlo je sljedeći prirodni resurs čija značajke određuje pogodnost za projekte navodnjavanja. Ono se razlikuje obzirom na infiltracijski potencijal koji zavisi o mehaničkom sastavu, poroznosti i drugim fizikalnim karakteristikama tla. Najveći infiltracijski potencijal ima pijesak i pjeskovita ilovača, a najmanji pjeskovita glina. U sklopu NAPNAV-a napravljena je inventarizacija tla u Hrvatskoj obzirom na potencijal za navodnjavanje na način da je svrstano u tri pogodne i dvije za navodnjavanje nepogodne kategorije. Tla na području Osječko-baranjske i Vukovarsko-srijemske županije ostvarila su najviše ocjene pogodnosti dok su površine trajno nepogodnih tala u najvećem udjelu prisutne na području Ličko-senjske, Zadarske, Šibensko-kninske i Splitsko-dalmatinske županije.

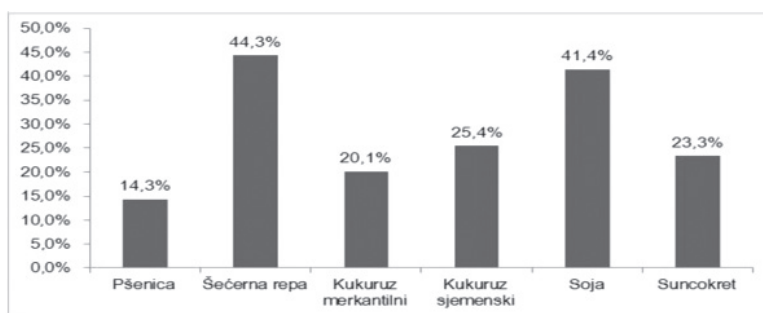
#### *Navodnjavanje i porast prinosa i dohotka u poljoprivrednoj proizvodnji*

Vrijednost poljoprivredne proizvodnje jedan je ekonomskih računa u poljoprivredi koji se evidentira u službenoj statistici Hrvatske i Europske unije. Prema definiciji Državnog zavoda za sta-

tistiku (DZS), vrijednost poljoprivredne proizvodnje (output) predstavlja zbroj vrijednosti biljne proizvodnje, stočne proizvodnje, poljoprivrednih usluga i proizvodnje neodvojivih nepoljoprivrednih sporednih aktivnosti. Njezina je vrijednost u 2016. u Hrvatskoj iznosila oko 2,2 milijardi eura. Hrvatska je, uz Grčku, jedina članica EU-a čija je vrijednost poljoprivredne proizvodnje u 2016. bila manja u odnosu na onu iz 2010. godine. I dok je u slučaju Grčke ona smanjena za 1,6%, u Hrvatskoj smanjenje poljoprivredne proizvodnje iznad 25% (Europska komisija, 2017.).

U strukturi vrijednosti poljoprivredne proizvodnje razvidan je značajno veći udio biljne u odnosu na stočarsku proizvodnje te on čini preko 60% ukupnog outputa hrvatske poljoprivrede. Zbog navedene činjenice jasno je da je uvođenje navodnjavanja jedan od načina povećanja prinosa kultura te posljedično agregirane poljoprivredne proizvodnje u Hrvatskoj.

Izravna koristi od navodnjavanja očituju se u povećanju prinosa biljnih kultura. Na primjeru rezultata Studije izvodljivost sustava navodnjavanja Dalj (2013.) zamjetno je da se prinosi kultura u uvjetima navodnjavanja povećavaju od 14% do 44% u odnosu na proizvodnju bez navodnjavanja.



**Slika 1.** Povećanje prinosa kultura na području Dalja uz navodnjavanje

(Izvor: Sustav navodnjavanja Dalj - Studija izvodljivosti za sustav navodnjavanja I. faze)

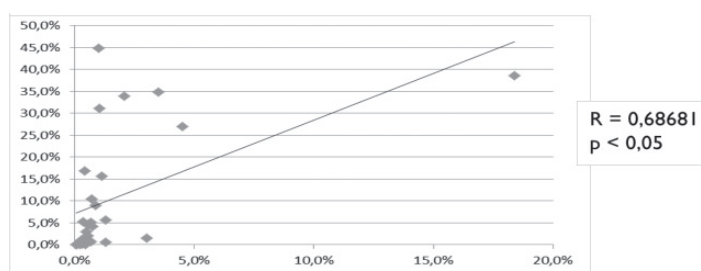
Pogodnost nekog područja za uvođenje navodnjavanja određena je u velikoj mjeri i strukturom biljne proizvodnje. U ekonomskom smislu, da bi navodnjavanje bilo opravdano, potrebno je ostvariti veće granične prihode u odnosu na granične troškove što podrazumijeva da su dodatni prihodi veći od dodatnih troškova od navodnjavanja. U situaciji kada se fiksni troškovi koji se odnose na amortizaciju i troškove održavanja sustava raspoređuje na niže-prihodovne kulture poput pšenice i kukuruza, postoji mogućnost da će izostati očekivani financijski učinci od navodnjavanja jer će dodatni troškovi biti veći od ostvarenih dodatnih prihoda te će promjena dohotka biti negativna.

**Tablica 1.** Učinci navodnavanje na dohodak u proizvodnji poljoprivrednih kultura

Kultura	Promjena dohotka, RK/ha	Promjena u odnosu na uvjete bez navodnjavanja, %
Krumpir	6.926	+85,7%
Rajčica industrijska	8.222	+83,3%
Kupus i kelj	22.011	+69,9%
Mrkva	21.704	+31,9%
Luk	13.218	+23,9%
Kukuruz sjemenski	1.251	+12,7%
Kukuruz merkantilni	-533	-11,4%
Pšenica	-528	-19,3%

Izvor: Studija izvodljivosti SN Dalj (2013.)

Dodatna je pozitivna uloga navodnjavanja stvaranje preduvjeta za promjenu strukture proizvodnje u korist intenzivnijih kultura, s većom vrijednošću i dohodovnošću po jedinici kapaciteta. U tom se smislu u uvjetima navodnjavanja očekuje smanjenje površina pod ekstenzivnim kulturama (pšenica i kukuruz) u korist povrćarskih kultura koje postižu i najbolje financijske učinke uvođenjem navodnjavanja. Statistička veza između zastupljenosti navodnjavanja i udjela povrća na oranicama u zemljama Europske unije određena je izračunom Spearmanovog koeficijenta korelacije primjenom programskog paketa SPSS. Koeficijent korelacije od 0,68681 ( $p < 0,05$ ) dokazuje statistički značajnu visoku pozitivnu vezu između ovih varijabli ukazujući da je navodnjavanje prisutnije u zemljama u kojima je u strukturi poljoprivredne proizvodnje zastupljenije povrće.



**Slika 2.** Dijagram raspršenja (os x- udio povrća u strukturi proizvodnje, os y – udio navodnjanih površina u EU28) (Izvor: autori prema podacima Eurostata)

U smislu navedenog postavlja se pitanje o isplativosti uvođenja sustava navodnjavanja u područja u kojima je zastupljenost povrća u strukturi proizvodnje niska. Zagovornici ove ideje argumentiraju potrebu za navodnjavanjem kao preduvjetom promjene postojeće strukture u korist povrća i ostalih intenzivnih kultura. Neizravno će se tako utjecati i na ublažavanje depopulacijskih procesa u ruralnom prostoru obzirom da radno intenzivne kulture stvaraju potrebe za dodatnim količinama ljudskog rada odnosno radnim mjestima u ruralnom prostoru. Prema Uredbi o obrascu i načinu vrednovanja gospodarskog programa korištenja poljoprivrednog zemljišta u vlasništvu Republike Hrvatske (NN, 66/13), u ratarstvu je na 1 ha površine dovoljno 0,02 radnika dok su na istoj površini u proizvodnji povrća na otvorenom potrebna 1,55 radnika tj. 77,5 puta više.

#### *Povezanost razvijenosti poljoprivrede i udjela navodnjanih površina.*

U dosad utvrđenim rezultatima rada utvrđeni su preduvjeti financijske uspješnosti projekata navodnjavanja koji se odnose na odgovarajuće značajke prirodnih uvjeta (voda i tlo) te odgovarajuću strukturu poljoprivredne proizvodnje. Projekti navodnjavanja često se nekritički ističu kao oslonac razvoja poljoprivrede i općenito ruralnog razvoja bez da se prethodno analizira u kojoj su mjeri zadovoljeni preduvjeti njezine uspješnosti. Korelacijskom analizom uz izračun Spearmanovog koeficijenta korelacije nije utvrđena statistička povezanost između udjela navodnjanih površina i produktivnosti poljoprivredne proizvodnje u zemljama Europske unije ( $p > 0,05$ ). Neke od zemalja Unije s najrazvijenijom poljoprivredom poput Belgije i Njemačke čiji je odnos bruto dodane vrijednosti i godišnjih jedinica rada iznad 25.000 eura odlikuju niski udjeli navodnjanih površina, ispod 5%. S druge strane među zemlje s nadprosječno zastupljenim navodnjavanjem pripadaju, i u smislu poljoprivrede manje razvijene, uglavnom mediteranske zemlje, poput Portugala, Grčke i Malte (Eurostat, 2016.).

## Zaključak

Hrvatska je jedna od dviju europskih zemalja čija je vrijednost poljoprivredne proizvodnje u proteklih pet godina smanjena. Uz opće strukturalne probleme koji obilježavaju domaću poljoprivredu, sigurno je da niskoj vrijednosti poljoprivrednog outputa doprinosi i nepostojanje infrastrukturnih preduvjeta među kojima je i ovim radom apostrofirani premali udio navodnjavanih poljoprivrednih površina. Udio od 2% u neskladu je s raspoloživim zalihama vodnih resursa i potrebama koje proizlaze iz mediteranskog obilježja hrvatske poljoprivredne proizvodnje. Iako na primjeru zemalja Europske unije nije utvrđena statistička povezanost između navodnjavanih površina i razvijenosti poljoprivrede, navodnjavanje predstavlja značajan potencijal povećanja makroekonomskih i mikroekonomskih pokazatelja hrvatske poljoprivrede uz pozitivan utjecaj na demografske procese u njezinom ruralnom prostoru. Zbog toga je projektima navodnjavanja potrebno pristupiti racionalno, uz alokaciju na područja koja zadovoljavaju prirodne i proizvodne preduvjete njezine uspješnosti.

## Literatura:

1. Eurostat (2016): Agri-environmental indicator – irrigation, dostupno na [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental\\_indicator\\_-\\_irrigation](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_irrigation)
2. Europska komisija (2017): Agriculture, forestry and fishery statistics.
3. FAO (2009): How to Feed the World in 2050. In Rome: High-Level Expert Forum.
4. FAO (2010): Aquastat database (2010).
5. Ministarstvo poljoprivrede (2003): Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (NAPNAV), Zagreb.
6. Narodne novine 66/13: Uredba o obrascu i načinu vrednovanja gospodarskog programa korištenja poljoprivrednog zemljišta u vlasništvu Republike Hrvatske.
7. Osječko-baranjska županija (2013): Studija izvodljivosti SN Dalj – 1. faza, autori studije Hidroing d.o.o., Agronomski fakultet, Građevinski fakultet SUZG.
8. Ruttan, V. W. (2002): Productivity growth in world agriculture: sources and constraints. *The Journal of Economic Perspectives*, 16(4), 161-184.
9. Zekić, Z., Samaržija, L., Fabić, M. G. (2014): Should Water Resources be Managed as a Public or as a Private, Economic Good—the Croatian Dilemma. *British Journal of Economics, Management & Trade*, 4(9), 1376-1392.

## Irrigation in increasing agricultural production in Croatia

### Abstract

Irrigation is one of the measures for intensification of agricultural production with a positive impact on the farmers' income and the agricultural production value. Croatia is a country where a small share of irrigated surfaces is in contradiction with the Mediterranean landmark and production needs of crops. The aim of the paper was to show the role of irrigation in increasing agricultural production and to emphasize the prerequisites for economically acceptable irrigation projects in terms of suitable water and land resources and the existence of appropriate production structure. Although there has not been approved the correlation between irrigation and agricultural development, rational and geographical targeting of irrigation into farming practices is one of the necessary prerequisites for increasing the output of Croatian agriculture.

**Key words:** irrigation, water resources, agricultural production, development.



## Proizvodnja i cijene maslaca u Republici Hrvatskoj i u zemljama Europske unije

Sanja Jelić, Ružica Lončarić, Igor Kralik

*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: sanja.jelic@pfos.hr*

### Sažetak

Cilj rada je istražiti proizvodnju i cijene maslaca u razdoblju od 2011. do 2017. godine, te na temelju analiziranih podataka prikazati proizvodnju i cijene maslaca u Hrvatskoj i u zemljama Europske Unije. U radu su izračunati trendovi proizvodnje maslaca i mlijeka u Hrvatskoj u razdoblju 2011.-2020. godine. Potrošnja maslaca po stanovniku u Hrvatskoj za razdoblje 2011. do 2017. iznosi 1,5 kg, a u EU 4 kg. Prosječna proizvodnja maslaca od 2011. do 2017. godine u Hrvatskoj iznosi 3.958 t, a u EU 1.861.000 t. Proizvodnja maslaca u Hrvatskoj povećala se za 2,68%, a u EU za 36,53%. U promatranom razdoblju povećala se i cijena maslaca. U Hrvatskoj cijena maslaca u 2017. godini veća je za 22,59% u odnosu na 2011. godinu, a u EU zabilježeno je povećanje cijene u iznosu od 32,03%.

**Ključne riječi:** maslac, proizvodnja, cijena, Hrvatska, EU

### Uvod

Poljoprivredno-prehrambeni sustav postao je sve složeniji i globalniji. U posljednjih nekoliko desetljeća znatno se povećala međunarodna trgovina poljoprivrednim i prehrambenim proizvodima (Eiçaitė i Mikeliūnaitė, 2017.). Uz povrće, voće, žitarice, meso i jaja; mlijeko i mliječni proizvodi su osnovni elementi u zdravoj prehrani jer zahvaljujući hranjivim tvarima doprinose održavanju i poboljšanju zdravlja (Ienovan i sur., 2014). U ekonomskom pogledu kao i u pogledu prehrane, maslac je bitan mliječni proizvod. Maslac se proizvodi izdvajanjem mliječne masti iz mlijeka. Zbog visokog sadržaja masnoća važan je izvor energije (energetska vrijednost 100 g maslaca je 700 kcal), te sadrži i mnoge druge nutricionistički važne komponente, kao što su vitamini topljivi u mastima (A, D, E, K) i β-karoten (maslacu daje žutu boju) (Dvořák i sur., 2016., Tudor-Kalit, 2015.). Za razliku od ostalih masti i ulja, maslac se sastoji od nezasićene monogene i polioleinske masne kiseline i velikog broj izomera, a prisutnost esencijalnih masnih kiselina koje se ne mogu sintetizirati kod ljudi povećavaju važnost maslaca. Osim toga, maslac ima masne kiseline poput maslačne koja ne postoji u drugim mastima te omogućava maslacu jedinstveni okus (Karaca i sur., 2017.). Prema Shabani i Rashidi (2017.) maslac je emulzija vode i ulja koja se sastoji od masti (80-82%) i vodene faze (18-20%) koja sadrži sol i mliječne krutine, ne masnoće. Glavni parametri koji karakteriziraju maslac u smislu njegove kakvoće su sadržaj vode i sadržaj masti (Dvořák i sur., 2016.). Prema Shabani i Rashidi (2017.) i Dvořák i sur. (2016.) gornja zakonska granica za vodu iznosi do 16% vode i 2% ne masnih sastojaka mlijeka u suhoj tvari. Proizvođači mogu smanjiti kvalitetu maslaca ako umjesto mliječnih masti u sastav maslaca dodaju biljne masti, te na taj način povećati proizvedenu količinu maslaca i ostvariti veći profit.

Prema podacima Statističkog ljetopisa Republike Hrvatske (2011., 2014., 2016., 2017) i EUROSTAT-a prosječna proizvodnja mlijeka u razdoblju od 2011. do 2017. godine u Hrvatskoj iznosi 534.000 t, a maslaca 3.957 t. U Europskoj uniji u istome razdoblju proizvodnja mlijeka iznosi 147.407.000 t i 1.861.000 t maslaca. U navedenome razdoblju proizvodnja mlijeka u Hrvatskoj se smanjuje, a proizvodnja maslaca se povećava za razliku od Europske unije gdje se povećavaju i proizvodnja mlijeka i maslaca. Prema podacima OECD-a međunarodne cijene mliječnih proizvoda počele su se povećavati u posljednjoj polovici 2016. godine (maslac i mlijeko u prahu čine većinu tog povećanja), od siječnja do prosinca 2016. godine cijene maslaca su porasle za oko 40%. Cijene maslaca su se u Hrvatskoj, Europskoj uniji i svijetu povećale u 2017. godini u odnosu na 2011. godinu. U Hrvatskoj je cijena maslaca u 2017. godini povećana za 22,59%, a u Europskoj uniji za 32,03% (TISUP i CLAL.it). Razumijevanje ponašanja cijena ključni je element za donošenje odluka u neizvjesnim uvjetima koji značajno utječu na tržište mlijeka i mliječnih prerađevina. Povećana varijabilnost cijena svjetske hrane tijekom posljednjih 7-8 godina povećala je potrebu za istraživanjima i predviđanjem dinamike cijena (Hansen i Li, 2016.). Cilj ovog rada je prikazati pregled proizvodnje i kretanje cijena maslaca u Hrvatskoj i Europskoj uniji od 2011. do 2017. godine.

### Materijal i metode

Izvori podataka o cijenama maslaca u Hrvatskoj, Europskoj Uniji i svijetu (€/t) i proizvodnji maslaca i mlijeka (t) u Hrvatskoj i EU za razdoblje od 2011. do 2017. godine bili su: Tržišni informacijski sustav u poljoprivredi (TISUP), Italian Dairy Economic Consulting firm (CLAL.it), Statistički ljetopis Republike Hrvatske (različita godišta) i Statistical Office of the European Communities (EUROSTAT). Podatci o uvozu i izvozu za razdoblje od 2011. do 2016. (zadnji ažurirani podatci) prikupljeni su iz baze podataka Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT) i The Observatory of Economic Complexity (OEC). U radu su korišteni i rezultati istraživanja autora koji su se bavili sličnom problematikom. Na temelju prikupljenih podataka izračunati su trendovi proizvodnje maslaca i mlijeka u Hrvatskoj.

### Rezultati i rasprava

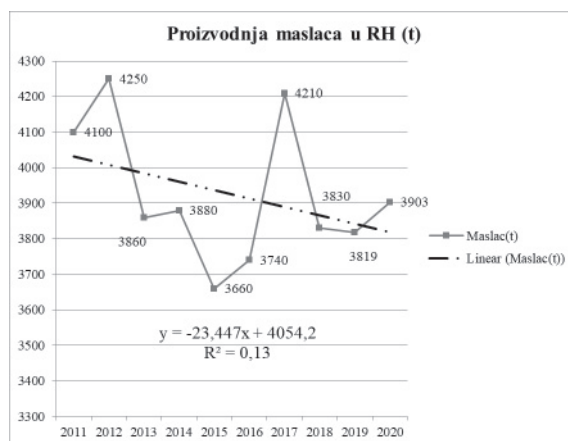
Prema podacima OEC-a Hrvatska je u razdoblju 2011.-2016. godine izvezla maslaca u vrijednosti od 39 milijuna \$. Najveći izvoz maslaca ostvaren je 2014. godine (8,85 milijuna \$), a najmanji 2016. godine (2,25 milijuna \$). Najmanji uvoz Hrvatska je ostvarila 2012. godine (7,04 milijuna \$), a najveći uvoz maslaca ostvaren je 2016. godine (10,2 milijuna \$). U Europskoj uniji najveći izvoznici i uvoznici maslaca su Nizozemska, Belgija, Njemačka, Francuska, Danska i Italija. Upravo sa spomenutim zemljama Hrvatska ostvaruje najveći dio uvoza maslaca. Najveći izvozni partneri Hrvatske su Bosna i Hercegovina s kojom je Hrvatska u razdoblju od 2011. do 2016. ostvarila najveći izvoz maslaca u prosjeku od 748 t zatim sa Srbijom (186 t), Slovenijom (148 t) i Crnom Gorom (104 t) (OEC i CLAL it.). Prema podacima u Tablici 1. prosječna proizvodnja mlijeka u Hrvatskoj u razdoblju od 2011. do 2017. godine iznosila je 534.000 t, a prosječna proizvodnja maslaca iznosila je 3.957 t. Proizvodnja mlijeka u Hrvatskoj je u 2017. godini manja za 13.000 t (2,65%) u odnosu na 2016. godinu, a proizvodnja maslaca se u 2017. godini u Hrvatskoj povećala za 470 t (12,57%) u odnosu na 2016. godinu (Tablica 1.). U promatranom razdoblju (2011.-2017.) prosječna proizvodnja mlijeka u Europskoj uniji iznosila je 147.407.000 t, a maslaca 1.861.000 t. Proizvodnja mlijeka u 2017. godini (2.536.000 t, 1,67%) i maslaca (398.000 t, 20,74%) povećana je Europskoj uniji u odnosu na 2016. godinu (Tablica 1.). Prema Tudor-Kalit (2015.) maslac je zbog svog

kemijskog sastava (sadržaj zasićenih masti i kolesterola) stavljen na negativnu listu namirnica koje treba izbjegavati u prehrani. Tako je nastala i umjetna tvorevina margarin, koja se propagirala kao jeftinija i zdravija zamjena za maslac. Međutim, prema novijim istraživanjima umjerena konzumacija maslaca kao dio pravilno izbalansirane prehrane bolja je namirnica od margarina. Prema podacima EUROSTATA potrošnja maslaca u Hrvatskoj po stanovniku u razdoblju od 2011. do 2017. iznosi 1,5 kg, a u Europskoj uniji 4 kg.

**Tablica 1.** Proizvodnja mlijeka i maslaca u Republici Hrvatskoj i Europskoj uniji

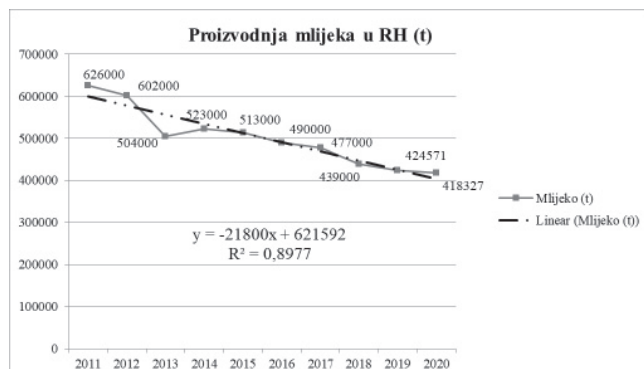
Godina	RH		EU-28	
	Mlijeko (t)	Maslac (t)	Mlijeko (t)	Maslac (t)
2011.	626.000	4.100	139.484.000	1.697.000
2012.	602.000	4.250	140.625.000	1.738.000
2013.	504.000	3.860	141.743.000	1.697.000
2014.	523.000	3.880	148.471.000	1.793.000
2015.	513.000	3.660	152.277.000	1.866.000
2016.	490.000	3.740	153.358.000	1.919.000
2017.	477.000	4.210	155.894.000	2.317.000
Prosjek 2011–2017.	534.000	3.957	147.407.000	1.861.000

Izvor podataka: Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2016. i 2017., EUROSTAT 2011 – 2017. i CLAL.it  
Proizvodnja maslaca ovisi o proizvodnji mlijeka, a kako se proizvodnja mlijeka u promatranom razdoblju smanjivala, smanjivala se i proizvodnja maslaca (Grafikoni 1. i 2.). Izuzetak je 2017. godina u kojoj je zabilježeno smanjenje proizvodnje mlijeka, ali je u proizvodnji i cijeni maslaca zabilježen porast (Grafikoni 1. i 2., Tablica 2.).



**Grafikon 1.** Proizvodnja maslaca (t) u RH u razdoblju 2011.-2017  
(Autori prema Statističkom ljetopisu RH 2011., 2014., 2017.)

Međutim, ukoliko se proizvodnja mlijeka u Hrvatskoj nastavi smanjivati i u budućem razdoblju (2018.-2020.) odraziti će se negativno i na proizvodnju maslaca, te će se i proizvodnja maslaca smanjiti na razinu od 2014. godine (Grafikon 1.).



**Grafikon 2.** Proizvodnja mlijeka (t) u razdoblju 2011.-2017.  
(Autori prema Statističkom ljetopisu RH 2011.,2014.,2017.)

Prema podacima u Tablici 2. u razdoblju od 2011. do 2017. godine vidljivo je povećavanje cijena maslaca u Hrvatskoj, ali i u svijetu. Prosječna cijena maslaca I klase za navedeno razdoblje najveća je u Hrvatskoj te iznosi 4.054,00 €/t, a najmanja u Oceaniji (3.169,00 €/t). Cijena maslaca u Hrvatskoj je u 2017. godini iznosila 4.830,00 €/t što je ujedno i najveća cijena u promatranom razdoblju (2011.-2017.), te je za 22,59% veća u odnosu na 2011. godinu kada je iznosila 3.940,00 €/t. Cijene maslaca su se povećale u 2017. godini i u Europskoj uniji (32,03%), SAD-vama (46,35%) i Oceaniji (47,59%) u odnosu na baznu 2011. godinu. Prema podacima Europske komisije, Njemačka i Francuska proizvode 40% maslaca EU, a od siječnja do srpnja 2017. proizvodnja maslaca je pala za 7%. Na razini EU proizvodnja je bila 5% niža nego u 2016. godini u istom razdoblju. Niža proizvodnja maslaca u EU u kombinaciji s manjom proizvodnjom na Novom Zelandu i snažnom globalnom potražnjom dovela je do vrlo visokih cijena maslaca.

**Tablica 2.** Pregled cijena maslaca u Republici Hrvatskoj, Europskoj uniji i svijetu

Godina	Maslac I klasa (>82% m.m.i <16% vode)			
	RH (€/t)	EU-28 (€/t)	SAD (€/t)	Oceanija (€/t)
2011.	3.940,00	3.959,00	3.104,00	3.217,00
2012.	3.954,00	3.038,00	2.751,00	2.579,00
2013.	3.957,00	3.872,00	2.589,00	3.028,00
2014.	4.004,00	3.369,00	3.604,00	2.807,00
2015.	3.787,00	2.917,00	4.161,00	2.865,00
2016.	3.906,00	3.161,00	4.168,00	2.941,00
2017.	4.830,00	5.227,00	4.543,00	4.748,00
Prosjek 2011–2017.	4.054,00	3.649,00	3.560,00	3.169,00

Izvor podataka: TISUP pregled cijena mliječnih proizvoda po godinama 2018., CIAL.it

Očekuje se da će potražnja za maslacem ostati stabilna, osobito zato što se prerađivačka industrija ne može lako prilagoditi i zamijeniti maslac za biljnu masu (Europska komisija, Kratkoročni pregled mlijeka i mliječnih prerađevina). Prosječna cijena maslaca u Hrvatskoj je 27,92% veća u odnosu na Oceaniju i 11,09% u odnosu na Europsku uniju. Visoka cijena maslaca može biti posljedica smanjene proizvodnje mlijeka u Hrvatskoj posljednjih godina, te je Hrvatska prisiljena na veći uvoz. Sličan primjer je i tržište Litve gdje se većina mliječnih proizvoda, prodanih na unutarnjem tržištu, proi-

zvodi u državi, ali dostupnost stranih mliječnih proizvoda raste posljednjih godina. Potrošači mogu birati između domaćih i uvezenih mliječnih proizvoda, pa je stoga potrebno odrediti tržišni udio domaćih mliječnih proizvoda i pratiti cijene (Eičaitė i Mikėlionytė, 2017.). Prema podacima OCDE-a tijekom sljedećih deset godina predviđa se smanjenje realne cijena maslaca. Međutim, u kratkom roku cijene maslaca će nastaviti rasti u odnosu na druge mliječne proizvode.

### Zaključak

Mlijeko i mliječni proizvodi su među proizvodima koji čine osnovu prehrane stanovništva Republike Hrvatske. Domaće i međunarodno konzumiranje maslaca povećalo se. U 2017. godini Europska Unija je povećala svoju proizvodnju maslaca (36,53%) i mlijeka (11,76%) u odnosu na 2011. godinu. Hrvatska je u promatranom razdoblju od 2011. do 2017. godine povećala proizvodnju maslaca, ali se proizvodnja mlijeka smanjuje što će u konačnici dovesti i do smanjenja proizvodnje maslaca. Proizvodnja maslaca se u 2017. godini u Hrvatskoj povećala za 470 t (12,57%) u odnosu na 2016. godinu. U navedenom razdoblju cijene maslaca također su se povećale. Cijena maslaca u 2017. godini iznosila 4.830,00 €/t što je ujedno i najveća cijena u promatranom razdoblju (2011.-2017.) te je za 22,59% veća u odnosu na 2011. godinu kada je iznosila 3.940,00 €/t. Cijene maslaca u 2017. godini povećale su se i u Europskoj uniji (32,03%) u odnosu na 2011. godinu. Razumijevanje kretanja cijena ključan je element za donošenje odluka u neizvjesnim uvjetima koji značajno utječu na tržište.

### Literatura

1. CLAL.IT (Dairy Products Prices Overview, Italian Dairy Economic Consulting firm) [https://www.clal.it/en/?section=panoramica\\_prezzi&prodotto\\_tabella=butter&zona=W&title=Butter](https://www.clal.it/en/?section=panoramica_prezzi&prodotto_tabella=butter&zona=W&title=Butter) (29.1.2018.).
2. Dvořák, L., Lužová, T., Šustová, K. (2016): Comparison of butter quality parameters available on the Czech market with the use of FT NIR technology. *Mljekarstvo*, 66 (1), 73-80.
3. Eičaitė, O., Mikėlionytė, D. (2017): Domestic dairy products: determination of market share on the internal market of Lithuania. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 17 (3), 127-134.
4. Europska komisija, *Kratkoročni pregled mlijeka i mliječnih prerađevina (Agriculture and Rural Development, Short-term Outlook)* [http://ec.europa.eu/agriculture/markets-and-prices/short-term-outlook/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/markets-and-prices/short-term-outlook/index_en.htm) (30.1.2018.).
5. Eurostat (2018): <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database/> (29.1.2018.).
6. Hansen, B.G., Li, Y. (2016): An Analysis of Past World Market Prices of Feed and Milk and Predictions for the Future. *Agribusiness An International Journal*, 33 (2), 175-193.
7. Ienovan D., Petroman C., Petroman I., Marin D. (2014): Study regarding the dynamic of the milk products prices. *Lucrări Științifice, Seria I*, 19 (3), 23-26.
8. Karaca, Y., Gün, İ., Seydim, A.C., Guzel-Seydim, Z. B. (2017): Production and quality of kefir cultured butter. *Mljekarstvo*, 68 (1), 64-72.
9. OEC (The Observatory of Economic Complexity) <https://atlas.media.mit.edu/en/profile/country/hrv/> (30.1.2018.).
10. OECD-FAO *Agricultural Outlook 2017-2026, OECD outlook Dairy and dairy products* [http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2017-2026/overview-of-the-agricultural-outlook-2017-2026\\_agr\\_outlook-2017-4-en](http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2017-2026/overview-of-the-agricultural-outlook-2017-2026_agr_outlook-2017-4-en) (29.1.2018.).
11. Shabani, Z., Rashidi, L. (2017): Physicochemical Analysis of Margarine, Butter and Butter Oil Samples of Iran's Markets. *Journal of Pharmaceutical and Health Sciences*, 5(2), 151-160.
12. *Statistički ljetopis Republike Hrvatske (2011., 2014., 2016., 2017):* Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb.
13. TISUP (Tržišni informacijski sustav u poljoprivredi) <http://www.tisup.mps.hr/> (29.1.2018.).
14. udor-Kališ, M. (2015): Zašto se maslac opet vratio u prehrambenu modu? *Mljekarska revija Mlijeko i ja*, 20-21.

## Butter production and prices in the RH and the EU countries

### Abstract

This paper describes the production and prices of butter in Croatia and all European Union countries. The aim of the paper was to investigate the production and prices of butter in the period from 2011 to 2017 and compare analysed Croatian data with production and prices of butter in all EU countries. The paper presents the trends of butter and milk production in Croatia in the period 2011-2020. Consumption of butter in Croatia per capita from 2011 to 2017 was 1.5 kg and in all EU countries was 4 kg. Average production of butter from 2011 to 2017 in Croatia was 3,958 t and in the EU was 1,861,000 t. Butter production in Croatia increased by 2.68% and in the EU by 36.53%. The price of butter also increased in the observed period, in Croatia the price of butter in 2017 was 22.59% higher than in 2011, while in the EU countries the price of butter increase for 32.03%.

**Key words:** butter, production, price, Croatia, EU

## Važnost optimiziranja stope PDV-a u poljoprivrednoj proizvodnji - primjer proizvodnje tovnih svinja

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, email:dragan.dokic79@gmail.com*

<sup>2</sup>*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska*

### Sažetak

U ovom radu analizira se utjecaj porezne politike na gospodarski rast. To je područje koje u velikoj mjeri obilježava suvremena kretanja kako na području javnih financija, tako i na području poljoprivredne proizvodnje. U radu je napravljena analiza poreza na dodatnu vrijednost (u daljem tekstu PDV) i implikacije koje visina poreske stope odražava na konkurentnost realnog sektora, te kompariranje poreskih stopa u pojedinim evropskim zemljama i međuzavisnost poreza i potrošnje. Detaljnija analiza obavljena je na potrošnji mesa po glavi stanovnika. Na osnovu dobivenih saznanja objašnjen je utjecaj visine stope PDV- a na ukupno oporezivanje, a putem metode korelacije ukazalo se na njihov odnos. Rad je strukturiran na slijedeći način: Prvo će se s teorijskog aspekta analizirati PDV, predstaviti njegove glavne karakteristike. U nastavku rada uspoređene su poreske stope Republike Hrvatske i drugih sličnih država iz okruženja. Neke implikacije ustanovljenih empirijskih veza među varijablama prezentirani su u posljednjem dijelu rada.

**Ključne riječi:** PDV, proizvodnja tovljenika, porezna stopa, fiskalna politika

### Uvod

Porez na dodatnu vrijednost predstavlja višefazni porez na promet koji se obračunava u svakoj fazi proizvodno-prodajnog ciklusa, ali samo na iznos dodate vrijednosti koja se oblikovala u toj fazi, a ne na cjelokupnu vrijednost proizvodnje. Dodatna vrijednost može se definirati kao razlika između vrijednosti prodaje proizvedenih dobara i usluga, i vrijednosti kupovine inputa kojima su ta dobra i usluge proizvedeni, odnosno dodatna vrijednost je vrijednost koju proizvođač dodaje inputima prije nego što ih proda kao nove proizvode (Tait, 2012.). Međutim u proizvodnom lancu, konkretno u poljoprivrednoj proizvodnji postoji mnogo posrednika od kojih svaki dodaje dio vrijednosti za koju se obračunava porez. Kao svfazni neto porez na promet njegova primjena eliminira kumuliranje oporezivanja koji direktno pogađa krajnju potrošnju finalnih dobara i usluga. Prema Zakonu o porezu na dodanu vrijednost (Narodne novine broj: 73/13, 99/13, 148/13, 153/13, 143/14, 115/16) u našoj zemlji dominira potrošni tip koji funkcionira po principu odredišta, odnosno on se prevaljuje na osobu koja se nalazi na kraju „prometnog“ lanca. U Republici Hrvatskoj poljoprivredna proizvodnja je primarna grana gospodarstva. Osnovna podjela poljoprivrede je biljnu i životinjsku proizvodnju. U okviru i jedne i druge postoji niz drugih podjela, što govori da se radi o komplek-

sno području. Prema zakonskoj regulativi kod nas se u poljoprivredi primjenjuje opća stopa od 25% i snižena stopa od 5%, odnosno 13% PDV-a. Specifičnost obračuna i naplate poreza na dodatnu vrijednost u svakoj poslovnoj fazi stvara efekt multiplikacije na krajnji kumulativni iznos što ima samo pozitivne implikacije na budžetske prihode u kratkom roku, međutim viša poreska stopa stvara disproporcionalan odnos prema obimu potrošnje. Nadalje, negativni efekti se odražavaju na skupe faktore proizvodnje, domaći proizvodi nisu konkurentni i smanjuje se izvoz poljoprivrednih proizvoda (Messere, 2009.). Kao jedan od modela rješavanja ovog problema jeste primjena teorije o Laferovoj krivulji prema kojoj je moguće naći ravnotežnu točku između visine porezne stope i optimalnog nivoa obima proizvodnje. Stoga je cilj ovoga istraživanja bio prikazati važnost optimiziranja stope PDV-a u poljoprivrednoj proizvodnji na primjeru proizvodnje tovnih svinja.

### Materijal i metode

U pogledu opće stope PDV-a, Direktiva o zajedničkom sistemu PDV-a predviđa samo donju granicu opće stope za isporuku roba i usluga koja ne može iznositi manje od 15%. Osim toga, Direktiva predviđa da države članice mogu primjenjivati jednu ili dvije snižene stope (Tablica 1.) na isporuku određenih kategorija roba i usluga, predviđenih Direktivom, 12 koje se utvrđuju kao postotak oporezivog iznosa koji ne može biti manji od 5% (Europska direktiva). S tim uvezi u radu su prilikom istraživanja korištene slijedeće metode: analitički metoda, metoda slučaja iz prakse i statistički metoda korelacije. Detaljna analiza poreznih stopa izvršena je za države u kojima poljoprivreda čini jednu od primarnih grana gospodarstva, koje su po svojim zemljopisnim i prirodnim svojstvima slične Republici Hrvatskoj i koje sniženu poresku stopu primjenjuju dijelom u poljoprivrednoj proizvodnji.

**Tablica 1.** Visina poreznih stopa u pojedinim zemljama Europe

Država	Opća stopa PDV-a	Snižena stopa PDV
Hrvatska	25%	13%
Nizozemska	21%	6%
Srbija	20 %	10%
Bugarska	20%	9%
Mađarska	27%	18%

Za svaku državu pojedinačno kroz poslovne faze i obavljene transakcije iskazane su cjenovne vrijednosti kupljene, odnosno prodane robe, te obračunat porez u svakoj fazi. Svi novčani iznosi prikazani su u eurima. Međutim, radi jednostavnijeg objašnjenja treba naglasiti da je dodatna vrijednost u svim državama ista, mijenja se samo poreska stopa. Na taj način se prezentira kolika je razlika u vrijednosti bruto PDV-a prilikom upotrebe visine navedenih poreznih stopa koje predstavljaju endogene varijable. Cijena robe je egzogena varijabla.

### Rezultati rasprava

Prema podacima iz Tablice 2. (fiksna je dodana vrijednost) može se vidjeti da se ukupni oporezivi iznos razlikuje višestruko u postotnom iznosu od razlike poreznih stopa. Usporedbe radi razlika najveće u odnosu na najmanju poresku stopu iznosi 12 postotnih poena, dok se kumulativni iznos poreza razlikuje 269 postotnih poena. Prema tome treba naglasiti da je došlo do multiplikacije u razlici uspoređenih varijabli.



**Tablica 2.** Prikaz različitih stopa PDV-a u ciklusu proizvodnje tovljenika u pojedinim državama Europe (www.seebiz.eu)

Faze u poslovanju	Dodana vrijednost	PDV po stopama				
		13%	6%	10%	9%	18%
Proizvodnja prasaca	3.000,00	345,13	169,81	272,73	247,71	457,63
Tov svinja	10.000,00	1.150,44	566,04	909,09	825,69	1.525,42
Klaonica	2.000,00	230,09	113,21	181,82	165,14	305,08
Vele prodaja	3.500,00	402,65	198,11	318,18	288,99	533,90
Maloprodaja	1.500,00	172,57	84,91	136,36	123,85	228,81
Ukupno		2.300,88	1.132,08	1.818,18	1.651,38	3.050,85

Iz ove analize može se izvesti zaključak da veće poreske stope stvaraju nepovoljne tržišne uvjete. U otvorenim gospodarstvima u koje se ubraja i naše gospodarstvo veći porez ide u korist uvoznom lobiju jer je isplativije uvesti svinjsko meso iz Nizozemske nego kupovati ga na domaćem tržištu. Domaća proizvodnja mesa sa većim porezom postaje manje konkurentna. Iako odgovorni imaju dovoljno znanja o ovom problemu ipak se odlučuju na povećanje prihodovne strane proračuna putem većih poreskih stopa od prosječnih čime kratkoročno smanjuju deficit platne bilance. Povećanjem poreza od strane države prema stanovništvu koje je ono obavezno plaćati, smanjuje nivo raspoloživog dohotka stanovništva, što dalje implicira ka smanjenju potrošnje. Ukoliko su investicije nepromijenjene, smanjenje potrošnje dovodi do smanjenja nacionalnog dohotka i zaposlenosti (Shome, 1995.). Posljedice visokih poreskih stopa donose negativne konsekvence u srednjem i dugom roku. Naime, države koje imaju niže porezne stope stvaraju uvjete bržeg obrta roba i usluga u procesu reprodukcije čime se povećavaju porezni prihodi, što na kraju daje pozitivne odjeke na cjelokupno gospodarstvo. Te države pribjegavaju antidepresivnoj fiskalnoj politici (Alfar, 2001.) koja se sprovodi se na dva načina:

- povećanjem javnih rashoda i
- smanjenjem poreza.

Oba načina dovode do uvećanja nacionalnog dohotka, ukupne proizvodnje i zaposlenosti. Fiskalna mjera održavanja nižih poreskih stopa treba da posluži ostvarenju većeg broja privrednih ciljeva: povećanju poreznih prihoda i oživljavanju proizvodnje.

Niže poreske stope proizvode sljedeće efekte:

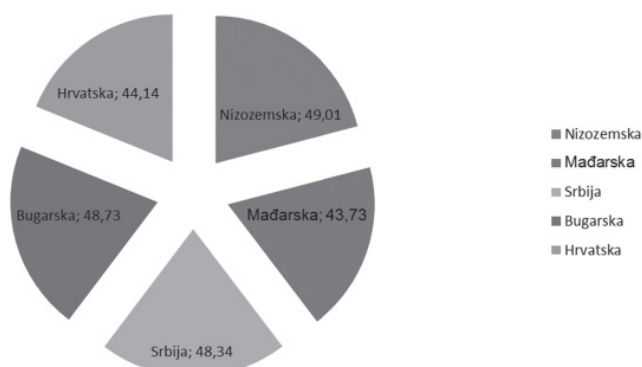
- potaknut će pojedince da više rade, ali će ih svakako potaknuti da više troše čime se povećava koeficijent obrta roba na tržištu što daje pozitivan efekt na budžetske prihode u srednjem i dugom roku,
- povećavaju investicije poduzetnika čime efekt multiplikacije dolazi do punog izražaja, iskorištenost gospodarskih kapaciteta također utiče na punjenje proračuna i smanjenje proračunskog deficita,
- manje porezne stope potiču gospodarstvenike na dodatno zapošljavanje, automatski to znači smanjenje stope nezaposlenosti sa jedne strane, odnosno modelom akceleratora, dodatno zapošljavanje kroz efekt poreza i doprinosa pozitivno utječe na proračunske prihode i stvara klimu općeg zadovoljstva kod ljudi.

Prođublivanje analize kroz uvođenje faktora potrošnje svinjetine po glavi stanovnika u promatranim zemljama i usporedba sa visinom stope PDV-a u pojedinačnom slučaju moguće je putem statističke metode izračuna korelacije utvrditi vezu između promatranih varijabli.

Tablica 3. Radna tabela za određivanje koeficijenta korelacije

Država	Vrijednost obilježja	
	Potrošnja mesa X,1	Porezna stopa X,2
1. Nizozemska	49,01	6
2. Mađarska	43,73	15
3. Srbija	48,34	10
4. Bugarska	48,73	9
5. Hrvatska	44,14	13

Potrošnja svinjskog mesa po glavi stanovnika u kg



Grafikon 1. Potrošnja svinjskog mesa u pojedinim državama Europe (www.seebiz.eu)

Korelacijska veza između ranga potrošnje svinjskog mesa po glavi stanovnika i ranga visine stope PDV-a je jaka i negativna ( $r = -0,91$ ), što će reći da porast varijable potrošnje svinjskog mesa po jedinici proizvoda prati smanjenje varijable poreske stope i obrnuto.

### Zaključak

U oporezivanju poljoprivredne proizvodnje ako se radi o primarnoj grani gospodarstva kao što je to slučaj u Republici Hrvatskoj, kao i u analiziranim državama, putem instrumenta fiskalne politike treba pažljivo razraditi sve opcije od onih koje u kratkom roku pune proračun do onih koje su na srednji i dugi rok isplative. Trenutno stanje koje proizlazi kao posljedica lošeg provođenja fiskalne politike usmjereno je ka smanjenju matičnog stada što može dovesti do smanjenja broja tovljenih. Takav nepovoljan trend se očekuje i u narednom razdoblju. Ovakve prognoze upozoravajući su podatak za kreatore agrarne i ekonomske politike Hrvatske jer će to osim na poljoprivredni sektor izravno utjecati i na stanje u prehrambenoj industriji. Visoki porezi u gospodarstvo unose iskrivljenosti koje dovode do smanjenja efikasnosti i do nižeg rasta dohotka. Porezi djeluju kroz razne kanale na gospodarski rast: utječu na veličinu štednje i investicija, te na veličinu ponude i potražnje za radom. Smanjujući prinos od ljudskog i fizičkog kapitala oni iskrivljuju poticaje za akumulacijom kapitala i inhibiraju rast. Shodno rezultatima istraživanja može se zaključiti da je neophodno smanjiti trenutnu stopu PDV-a i na taj način rasteretiti privatni sektor. Fiskalnu politiku treba kreirati u funkciji obrane domaće proizvodnje i poticanja izvoza, te u tom smislu oživjeti poljoprivrednu proizvodnju.

**Literatura**

1. Alfaro, L. (2001): Foreign Direct Investment and Growth: Does the Sector Matter, Harvard Business School, Harvard; 122.
2. Messere, K. (2009): Tax Policy in OECD Countries, Amsterdam; 55-62.
3. Shome, P. (1995): Tax Policy Handbook", Washington: International Monetary Fund; 141.
4. Tait, A. (2012): Value Added Tax - International Practice and Problems, IMF, Ekonomska analiza, Zagreb; 66-72. www.seebiz.eu (20.03.2018)

**Importance of optimizing the VAT rate in agricultural production - example production of fattening pigs****Abstract**

In this paper we will try to describe how taxes affect economic growth. This is an area that largely marks contemporary trends both in the field of public finances and in the field of agricultural production. An analysis of the value added tax (hereinafter referred to as VAT) and the implications that the tax rate level reflects on the competitiveness of the real sector, and the comparison of tax rates in individual European countries, and the interdependence between tax and consumption, have been made in this paper. A more detailed analysis was conducted on the consumption of meat per capita. Based on the findings, explain the impact of the VAT rate on total taxation, by means of the correlation method, indicate their relationship. Work is structured in the following way: First, the theoretical aspect will be to analyse the VAT, to present its main characteristics. In the course of the work, the tax rates of the Republic of Croatia and other similar countries from the environment were compared. A deeper analysis of the tax and growth link, i.e. the loss of tax evasion efficiency, and the channels where taxes have an effect on the formation of two basic production factors of capital and labour. Below you will find an overview of the latest empirical research of this link. Some implications of established theoretical and empirical links for the design and management of tax policy in Croatia are outlined in the fourth part of this chapter.

**Key words:** value added tax, fattening, tax rate, fiscal policy

## Potpore jedinica lokalne samouprave u ratarsku proizvodnju i implikacije na optimizaciju poslovanja

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, email:dragan.dokic79@gmail.com*

<sup>2</sup>*Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska*

### Sažetak

Uvjeti za gospodarski razvoj na lokalnom nivou u posljednjih nekoliko desetljeća se u mnogome promijenio. Jedinice lokalne samouprave (u daljem tekstu JLS), ako žele biti održive na tržištu moraju vlastitom gospodarskom strategijom pomoći razvoj gospodarstva. Ovim radom bit će dat kratak osvrt na zakonsku regulativu koja je omogućila JLS da svojim posebnim programima odrede uvjete i načine dodjele potpora. Želja za dostizanjem što većeg rasta, stavlja općinu u poziciju da svojim poduzetnicima pomogne u cilju unapređenja poljoprivredne proizvodnje. U radu će se putem komparativne analize ispitati odnos potpora i obima poljoprivredne proizvodnje na području Općine Erdut. Nadalje će se putem metodologije obračuna dohotka od poljoprivrede prema EEA modelu - model ekonomskih računa poljoprivrede prezentirati koliki udio potpore zauzimaju u strukturi obračuna dohotka.

**Ključne riječi:** ratarska proizvodnja, lokalna potpora, dohodak, Općina Erdut

### Uvod

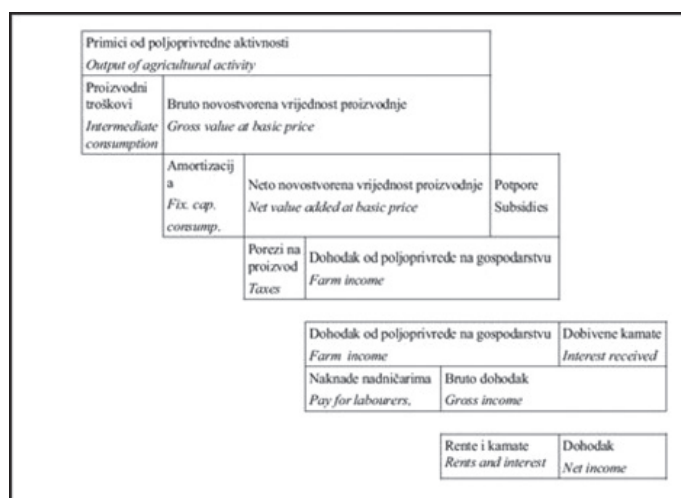
Gospodarski rast na lokalnom nivou određen je sa mnoštvom faktora. Obilježja JLS kao što su: veličina, zemljopisni položaj, način organiziranja poslovanja, gospodarska struktura, razvojne sposobnosti i sl., nameću ocjenu da JLS imaju odgovornost koja se ogleda u određenim javnim ovlastima i širokom djelokrugu poslovanja. Prostor Općine Erdut ima značajne prirodne resurse i potencijale od kojih veliki dio otpada na obradivo poljoprivredno zemljište. Predmet pažnje u literaturi sve više zauzima isticanje razvojnih mogućnosti jedinica lokalne samouprave, efekata i mjera koje one mogu na tržištu proizvesti. Pri tome, sa aspekta lokalne zajednice postoje razni modeli potpora u realne oblike imovine koje omogućavaju ostvarivanje određenih ekonomskih koristi. Suvremena lokalna vlast dobiva novu dimenziju u smislu poticanja proizvodnih aktivnosti. Ove tendencije ukazuju na značaj ojačavanja lokalnih proizvodnih kapaciteta u smislu postizanja tržišne konkurentnosti (Baldwin i Martin, 2004.). Lokalne potpore se smatraju bitnim faktorom za unapređenje obima poljoprivredne proizvodnje.

### Materijal i metode

Prilikom izrade ovoga rada analizirana je Općina Erdut (stanje u poljoprivredi, gospodarska politika i odnos općine prema poljoprivrednicima). Analizirano je petogodišnje razdoblje; 2013. – 2017. godine. Za početnu baznu godinu uzeta je 2013. godina, te za svaku narednu godinu izvršena analiza ulaganja u osnaživanje poljoprivrede. Prilikom istraživanja korište-

ne su slijedeće metode: analitička metoda na osnovu koje je izvršena je detaljna teorijska analiza Općine Erdut i stanja u poljoprivredi te metoda ispitivanja (anketiranja) putem kojeg su prikupljeni su podaci o ulaganjima u poljoprivredu, pravne subjekte i obiteljska poljoprivredna gospodarstva.

Utvrđivanje i analiza isplativosti ratarske proizvodnje u svim se razvijenim zemljama provodi u okviru kontinuiranog praćenja stanja i promjena na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima (Grgić i Par, 1999.). Obiteljska poljoprivredna gospodarstva na području Općine Erdut iako su nosioci poljoprivredne proizvodnje, do sada nisu u dužem vremenskom razdoblju bila redovito praćena. Zbog toga je izvršeno praćenje proizvodnje i analizirana metodologija obračuna dohotka. Odabir gospodarstava za istraživanje proveden je metodom slučajnih brojeva, vodeći računa da se radi analizira površina od 10 ha. Analizirana je proizvodnja četiri najzastupljenije kulture i to: pšenice, kukuruza, suncokreta i soje. U uzorak su uključena gospodarstva koja imaju barem jednog zaposlenog koji ostvaruju glavninu svog dohotka iz poljoprivrede (Eurostat, 2017.). Istraženo je 20 obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava. Podaci su prikupljeni metodom ankete, preciznije strukturiranim upitnikom, te su po svakoj kulturi iskazani prosječni podaci. Izračun dijela dohotka kućanstva iz poljoprivrede temeljen je na metodologiji Ekonomskih računa u poljoprivredi (Economic Accounts for Agriculture - EAA). Vrijednost proizvodnje računala se cijenama koje je proizvođač ostvario prodajom proizvoda na tržištu, te tako dobivenoj vrijednosti pribrojile su se sve potpore, a oduzeli svi porezi.



Slika 1. Metodologija obračuna dohotka od poljoprivrede prema EEA modelu. Nakon izvršene obrade, prikazani su podaci po hektaru uzgojene površine, (izvor: anketa)

## Rezultati i rasprava

*Analiza stanja u poljoprivredi na području Općine Erdut i zakonodavni osnova za davanje potpora*  
Općina Erdut u svom sastavu ima četiri naselja: Aljmaš, Bijelo Brdo, Dalj i Erdut. Općina Erdut se prostire na 157,78 km<sup>2</sup> od čega na obradivo poljoprivredno zemljište otpada 10 898 ha. Ukupne površine poljoprivrednog zemljišta pokazani su u Tablici 1:

**Tablica 1.** Ukupne površine u ha po katastarskim kulturama Općine Erdut, stanje 2017. godine, izvor Općina Erdut

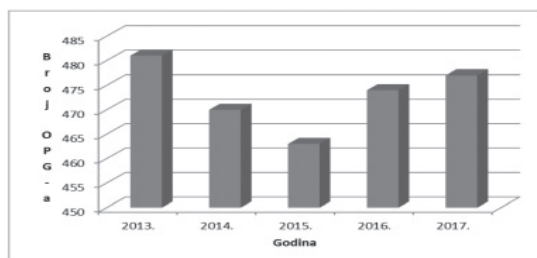
Katastarska općina	Oranica	Voćnjak	Vinograd	Livada	Pašnjak	Ukupno
Aljmaš	656,66	45,70	71,30	89,91	121,28	984,85
Dalj	5.491,17	54,48	162,28	1,45	97,33	5.806,71
Bijelo Brdo	2.309,04	15,48	36,71	0,11	175,65	2.536,99
Erdut	723,63	29,84	274,85	0,91	212,48	1.241,71
Ukupno	9.180,50	145,50	545,14	92,38	606,74	10.570,26

Razvoj poljoprivrede pod današnjim tržišnim uvjetima temelji se na usvajanju novih znanja, vještina i implementiranju suvremenih tehnologija u poljoprivredne procese (Veličković, 2005.). Poljoprivredna proizvodnja je složen proces koji svakodnevno zahtijeva donošenje važnih odluka, koje se trebaju temeljiti na pouzdanim informacijama. Potpore u oblasti poljoprivrede donose se sukladno Zakonu o poljoprivredi (Narodne novine broj: 30/15), te općinskog akta; Odluke u program potpora za poljoprivrednu proizvodnju (Službeni glasnik Općine Erdut 68/16). Programom razvoja utvrđuju se aktivnosti u poljoprivredi za koje će Općina tijekom godine dodjeljuje potpore, kriterije i postupak dodjele istih. Potpore podrazumijevaju dodjelu bespovratnih novčanih sredstava iz Proračuna Općine.

**Tablica 2.** Vrijednost općinskih potpora u OPG u periodu 2013. – 2017. godini u kunama, izvor Općina Erdut

Godina	Vrijednost potpora	Biljna proizvodnja	Vinogradarstvo	Stočarstvo	Mljekarstvo	Rasplođivanje
2013.	417.240,94	226.165,31	40.100,50	85.000,00	45.652,13	20.323,00
2014.	430.534,06	231.520,36	41.978,00	90.031,50	45.994,20	21.010,00
2015.	408.581,28	226.541,87	36.946,00	85.136,66	42.645,20	17.311,55
2016.	386.269,48	214.444,20	35.500,28	81.945,00	39.054,00	15.326,00
2017.	368.739,24	210.977,32	32.411,55	75.056,00	35.287,77	15.006,60
Ukupno	2.011.365,00	1.109.649,06	186.936,33	417.169,16	208.633,30	88.977,15

Iz Tablice 2. se vidi da Općina Erdut najveći iznos potpora daje biljnoj proizvodnji i to u prosjeku 55%. U okvir biljne proizvodnje ubraja se proizvodnja žita, kukuruza, suncokreta, soje, ječma, šećerne repe, povrća i drugih kultura. Najmanje potpore daju se za rasplodivanje i to svega 4,4%. Iz grafikona se vidi da krivulja potpora za period od 2013. do 2014. godine kreće se uzlazno, ali da od 2014. do 2017. godine, ima silaznu putanju, što je posljedica rigoroznijih kriterija za dodjelu potpora. Prema podacima Agencije za plaćanje u poljoprivredi na području broj registriranih OPG-a na području Općine Erdut prikazan je u slijedećem grafikonu:



**Grafikon 1.** Broj registriranih OPG-a za period 2013. – 2017. godine (izvor: Agencija za plaćanje u poljoprivredi)

Iz grafikona 1. se primjećuje da je 2013. godine bilo najviše registriranih OPG-a i to 481, a najmanje 2015. godine, njih svega 463. Za navedeni period broj registriranih OPG-a je opao za 27, odnosno za nešto više od 5%. Međutim, nakon 2015. godine dolazi do porasta registriranih OPG-a što je uzrokovao selektivniji pristup države kod dodjele državnog zemljišta, europskih fondova koji dodjeljuju bespovratna financijska sredstva za unapređenje djelatnosti. Na osnovu podataka o ukupnoj vrijednosti potpore na godišnjem nivou, te podataka o broju OPG-a u narednoj tablici su prikazane potpore po OPG-u, baza 10 hektara.

**Tablica 3.** Potpora po OPG-u u periodu 2013. - 2017. godini u kunama

Godina	Vrijednost ulaganja	Broj OPG-a koji su dobili potporu	Potpore po OPG-u
2013.	417.240,94	38	10.980,02
2014.	430.534,06	42	10.250,81
2015.	408.581,28	35	11.673,75
2016.	386.269,48	33	11.705,14
2017.	368.739,24	32	11.523,10

Iz tablice 3. je vidljivo vrijednost potpore tijekom godina nije fiksna. Kako se mijenja ukupna vrijednost potpore mijenja se i pojedinačna potpora OPG-u. U kumulativnom smislu vrijednost potpore se smanjivao, ali je rasla pojedinačna potpora po OPG-u. Razlog tome jeste što su OPG kroz godine iskustva dostigli tražene kriterije: zapošljavanje, ulaganje u osnovna sredstva (mehanizaciju, objekte i opremu). Tako se iz podataka može vidjeti da se raspon pojedinačnih potpora kreće od 10.250,81 kn do 11.705,14 kn. U 2016. godini, zabilježen je i najveći iznos pojedinačne potpore. Međutim, valja napomenuti da su ovo prosječni podaci, te da pojedinačne potpore variraju zavisno o subjektu, površini koju obrađuje, kulturi koju proizvodi, kao i o uvjetima koje propisuje program razvoja.

Potpore nisu u funkciji povećanja proizvodnje, već su u funkciji osiguranja stabilnosti dohotka poljoprivrednika (Grossman i Helpman, 1991). Dohodak u poljoprivredi niži je nego u ostalim granama gospodarstva i podložan je velikim oscilacijama (Čerić, 1993).

**Tablica 4.** Struktura primitaka i izdataka u poljoprivrednoj proizvodnji

Veličina u kunama	Vrijednost po kulturi		
	Pšenica	Kukuruz	Suncokret
Vrijednost proizvodnje – prihod	11.432,50	15.602,40	8.559,20
Poticaji	2.029,00	2.029,00	2.029,00
Lokalne potpore	650,66	650,66	650,66
<b>Ukupni primici</b>	<b>14.112,16</b>	<b>18.282,06</b>	<b>11.238,86</b>
Proizvodni troškovi i usluge	6.450,86	9.699,76	4.096,20
Izravni troškovi mehanizacije	730,00	970,00	633,00
Amortizacija	450,00	520,00	300,00
Naknade zaposlenima	1.310,00	1.550,00	1.072,00
Zakupi, naknade, doprinosi	1.800,00	1.800,00	1.800,00
Kamate	650,00	1.100,00	411,00
<b>Ukupni izdaci</b>	<b>11.390,86</b>	<b>15.639,76</b>	<b>8.312,20</b>
<b>Dohodak (primici - izdaci)</b>	<b>2.721,30</b>	<b>2.642,30</b>	<b>2.926,66</b>

Iz Tablice 4. vidi se da lokalne potpore čine u prosjeku 23,50% ukupnog dohotka što nije zanemarivo. Lokalnim potporama pomaže se poljoprivrednim proizvođačima da povećaju svoj dohodak, odnosno potpore stabiliziraju njihov dohodak.

### Zaključak

Općina Erdut treba da svoju gospodarsku politiku usmjeriti na povećanje lokalnih potpora, čime direktno pomaže lokalne OPG-ove, ali i indirektno potiče zapošljavanje i povećanje prihodovne strane u svom proračunu. Na ovaj način sredstva se usmjeravaju na unapređenje faktora proizvodnje. Gospodarstva u Općini Erdut trebaju posebice težiti primjeni tehnološkog znanja u poljoprivrednoj proizvodnji, od čega su najvažniji nabavka suvremenije mehanizacije, poboljšanje gnojidbe i izgradnja objekata za skladištenje poljoprivrednih proizvoda i mehanizacije. Vrlo često lokalne potpore potiču investiranje. U suradnji sa državnim organima poljoprivredne proizvođače treba obavezati da pojačaju politiku zapošljavanja i time rasterete program javnih radova. Ovo je cikličan proces od kojeg postoji korist za državu, lokalnu samoupravu, a naročito za same proizvođače.

### Literatura

1. Baldwin, R. E., Martin, E. (2004): Agglomeration and regional growth, in: J. V. Henderson and J.-F. Thisse, eds., Handbook of regional and urban economics, Volume 4, North Holland, Amsterdam, 144 -148.
2. Čerić, V. (1993): Simulacijsko modeliranje, Školska knjiga, Zagreb, 38.
3. ec.europa.eu/eurostat (21.03.2018)
4. Grgić, I., Par, V. (1999): Regionalne značajke poljoprivredne proizvodnje u Hrvatskoj, Gospodarske smjernice razvitka hrvatskog poljodjelstva, Zbornik sažetaka, Cavtat, 157-159.
5. Grossman, G. M., Helpman E. (1991): Innovation and Growth in the Global Economy, MIT Press, Cambridge, 226.
6. Veličković, D. (2005): Teorija privrednog rasta, Ekonomski fakultet Priština, Priština; 46.
7. Zakon o poljoprivredi, Narodne novine broj: 30/15

## Support to local self-government units in crop production and implications for business optimization

### Abstract

The conditions for economic development at the local level have changed in the last decades. Local Self-Government Units (hereinafter JLS), if they want to be viable on the market, need to develop their own economy through their own economic strategy. This work will give a brief overview of the legal regulation that enabled JLS to determine its terms and conditions for granting its special programs. The desire to achieve the greatest growth, puts the municipality in a position to help its entrepreneurs with the aim of improving agricultural production. Through this comparative analysis, the relationship between the support and the volume of agricultural production in the area of Erdut Municipality will be examined. In addition, through the methodology of calculating the income of agriculture according to the EEA model - the model of economic accounts of agriculture, it will be presented how much the support share is occupied in the structure of income calculation.

**Key words:** Field production, local aid, income, Municipality of Erdut



## Kretanje broja hrvatskih autohtonih pasmina domaćih životinja sa osvrtom na novčane potpore u 2015. i 2016. godini

Đurica Kalembur, Marijana Vrbančić, Tatjana Tušek, Kristina Svržnjak

*Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1,  
48260 Križevi, Hrvatska, dkalembur@vguk.hr*

### Sažetak

Uspoređujući podatke, koje objavljuje Hrvatska poljoprivredna agencija u svojim godišnjim izvješćima, uočljivo je da ukupan broj svinja, goveda, ovaca i koza iz godine u godinu opada, dok broj konja i magaraca raste. Hrvatske autohtone vrste i pasmine životinja bilježe porast brojnog stanja. Posebno valja pozitivno istaknuti bušu i istarsko govedo, ličku i dalmatinsku pramenku te pašku ovcu, crnu slavonsku i turopoljsku svinju te lipicanca, hrvatskog hladnokrvnjaka i posavca. Hrvatski stočari sve više uzgajaju životinje ovih pasmina, ne samo iz sentimentalnih razloga, već od njih i njihovih proizvoda žele obnoviti tradicionalne proizvode, povećavati tako listu hrvatskih autohtonih proizvoda. U svemu tome pomaže im Agencija za plaćanje u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju, preko koje se posebno financiraju autohtone pasmine životinja. Cilj rada je prikazati pozitivan učinak državne financijske potpore na povratak hrvatskih autohtonih pasmina životinja na obiteljska gospodarstva, sa posebnim osvrtom na 2015. i 2016. godinu.

**Ključne riječi:** domaće životinje, autohtone pasmine, brojno stanje, novčani poticaji.

### Uvod

Stočarstvo je u Republici Hrvatskoj značajan i tradicionalan dio poljoprivrede. Čovjek je većinu svojih životnih potreba podmirivao proizvodima od živih ili zaklanih životinja te ih koristio u radu ili zaštititi. Svinje se najviše uzgajaju u Slavoniji i Baranji, Posavini te Baniji i Kordunu, a da su se nekada uzgajale u Dalmatinskoj zagori, Istri i na Krku, dokazuju danas zaštićeni pršuti tih krajeva. Goveda se uzgajaju na širem području Republike Hrvatske, tamo gdje ima dovoljno voluminozne hrane, a posebno autohtone pasmine tamo gdje ima prostora za ispašu. Ovce i koze su bile nekada najviše raširene uz Jadran i u gorskim krajevima, a danas su prisutne u Slavoniji i u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Konji se uzgajaju na cijelom kontinentalnom području, a magarci najčešće u priobalju Hrvatske. Revitalizacija stočnog fonda u Hrvatskoj primjenjuje se i kroz novčane potpore zadnjih petnaestak godina (Boljkovac, 2015., Udžbinac, 2015). Glavna intencija rada je prikazati utjecaj novčanih potpora na brojno stanje domaćih životinja u Hrvatskoj od 1997. do 2016. godine.

### Materijal i metode

Izvor podataka su statistički godišnjaci Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA) za razdoblje od 2000. do 2016. godine, a izvješća Agencije za plaćanje u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju (APPRRR) za 2015. i 2016. godinu. Prikupljeni podaci su analizirani na način koji omogućuje pregled tijeka procesa revitalizacije stočnog fonda Republike Hrvatske za istaknuta razdoblja.

## Rezultati i rasprava

Svinjogojska je proizvodnja u RH najviše zastupljena u žitorodnim područjima (Slavonija i Baranja), gdje se u zadnjih stotinjak godina razvilo intenzivno svinjogojstvo upotrebom uvezenih pasmina (jorkšir, landras, pijetren i durok). Na tom je području opstao i uzgoj crne slavonske svinje, koja se sve intenzivnije razvija kroz preradu proizvoda, odnosno slavonski kulen. U Posavini, Baniji i Kordunu, opstala je turopoljska svinja, a u zadnjim se godinama ponovno vraća i banijska šara svinja, (HPA, 2015 i 2016), kojoj tek slijedi zaštita autohtonosti. Promatrajući ukupan broj svinja u Hrvatskoj od 1991. do 2016. godine, on je još rastao do 2004. godine kada je zabilježeno 220 000 grla, ali od tada pa sve do 2015. godine bilježi se pad broja svinja na 96 000 grla. Tek u 2016. godini je zabilježen ponovni porast broja svinja (Grafikon 1.). Sasvim drugačija se slika dobiva ako se promatra kretanje broja hrvatskih autohtonih pasmina svinja. Njihov je broj u stalnom porastu od 2006. godine, od kada se počinje pratiti njihov broj. Tada je bilo zabilježeno samo 66 primjeraka ovih svinja ili 0,03% od ukupnog broja svinja, dok je njihov broj u 2016. godini dosegao broj do 1 920 grla svinja ili 1,92% od ukupnog broja svinja. Najznačajniji predstavnik hrvatskih autohtonih pasmina svinja je crna slavonska svinja, čije je brojno stanje zabilježeno u 1996. godini iznosilo 46 grla, dok se njihov broj povećao u 2016. godini na 1 760 grla. Druga pasmina hrvatskih autohtonih pasmina svinja je turopoljska svinja, ali ona je brojčano znatno manje zastupljena. Godine 1998. bilo je od ove pasmine zabilježeno svega 13 životinja, a 2007. godine zabilježeno je 164 grla (Grafikon 2.). U zadnjih nekoliko godina revitalizira se banijska šara kao naša treća pasmina svinja, koju tek treba uvrstiti u autohtonu i zaštićenu. Ovakvom porastu hrvatskih autohtonih pasmina svinja treba zahvaliti uzgajivačima, koji ne samo da žele revitalizirati ove pasmine svinja, već i stvoriti bazu za obnovu tradicionalnih proizvoda od svinjskog mesa poput kulena, čvaraka, slanine, zimske i banijske salame, na primjer.

Uz svinjogojstvo, govedarstvo je također značajna grana hrvatskog stočarstva, a bazira se na tovu junadi i proizvodnji mlijeka. U uzgoju prevladavaju simentalско govedo dvojnih proizvodnih svojstava (mlijeko - meso) i Holštajnsko-frizijsko govedo izrazito mliječnih sposobnosti. Broj krava pao je sa ukupnog broja od 276 918 grla evidentiranih u 1991. godini na 167 628 krava evidentiranih u 2016. godini, što je pad od 60,53% (Grafikon 3). U Hrvatskoj postoje zaštićena autohtone pasmine goveda, a to su buša, istarsko i slavonsko srijemsko podolsko govedo. Iz Grafikona 4 uočljiv je porast broja hrvatskih autohtonih pasmina goveda iz 2000. godine kada je bilo 196 grla ili 0,09% od ukupnog broja goveda u Hrvatskoj, na 1 864 grla, ili 1,11% od ukupnog broja od ukupnog broja goveda u Hrvatskoj u 2016. godini. Buša, govedo Dinarida u 2003. godini broji samo 5 grla, dok se do 2016. godine njen broj povećava na 852 grla, a uzgojno se područje širi i na Bilogoru. Ovo nekad govedo kombiniranih svojstava (meso - mlijeko) uzgaja se većinom radi mesa, a planira se obnova i proizvodnje mlijeka u skoroj budućnosti. Drugo autohtono govedo Hrvatske je istarsko govedo, koje je rasprostranjeno u Istri i Kvarneru. U 2000. godini broji 167 grla, a u 2016. godini zabilježen je porast na 823 grla (Grafikon 4). Povećanje broja autohtonih pasmina goveda prati i proizvodnja i plasman karakterističnih proizvoda od mesa, a u budućnosti i od mlijeka.

Ovce su u Hrvatskoj najzastupljenije u dinarskim krajevima, u Posavini i Bilogori te u Slavoniji i Baranji. Brojno stanje ovaca u Hrvatskoj od 2003. godine, od kada se prate uzgojno valjana grla, u stalnom je blagom porastu što je istaknuto u Grafikonu 5. Hrvatske autohtone pasmine tada su činile 38,13%, dok je njihov udio u 2016. godini porastao na 83,06% od ukupne populacije ovaca u Hrvatskoj. Od njih lička i dalmatinska pramenka te paška ovca čine 82,59% ukupnog broja ovaca u Hrvatskoj u 2016. godini. Cigaja, istarska pramenka, creska, rapska i krčka ovca te dubrovačka ruda su zastupljene u mnogo manjem boju od ukupnog broja ovaca. Prema iskazanim podacima u godišnjacima HPA može se uočiti da lička pramen-

ka 2003. godine broji 4 834 grla, dok u 2016. godini taj broj raste na 11 395 grla. Dalmatinska pramenka 2003. godine broji 2 032 grla, dok je u 2016. godini zabilježen porast na 10 982 grla. Paška ovca u 2003. godini broji 1 360 grla, dok je u 2016. godini zabilježeno 4 458 grla, što je prikazano u Grafikonu 6. Osnovna je namjena ovčarske proizvodnje dobivanje janječeg mesa, uz posebni naglasak na mlijeko paške ovce te nešto manje ličke pramenke (basa, škripavac). Prisutan je problem sa plasmanom ostrizene ovčje vune zbog grubog sortimenta vunskih niti kao i danas zanemarene prezentacije tradicionalnih proizvoda dobivenih od te vune (biljci, čarape, torbe, coklje, kožun).

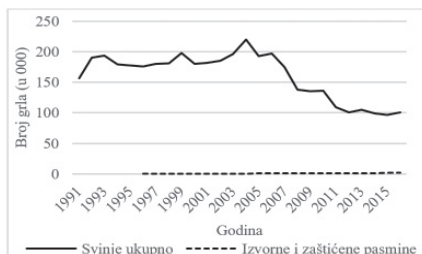
Koze su skromne životinje što se tiče hranidbe i smještaja, a vrlo kvalitetne po proizvodnji mlijeka i mesa. Nekada su bile zastupljene uzduž hrvatskog priobalja, dok se danas njenim masovnim uzgojem, posebno za proizvodnju kozjeg mlijeka povećava broj uzgajivača u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Brojno stanje koza u Hrvatskoj opada, tako da je broj koza 2003. godine iznosio 13 323 grla, dok je u 2014. godini pao na svega 6 519 grla što je vidljivo u Grafikonu 7. Od autohtonih pasmina koza u Hrvatskoj postoji hrvatska šarena i bijela koza te istarska koza, koja je tek nedavno spašena od izumiranja. Broj autohtonih pasmina povećan je sa broja 140 grla zabilježenog u 2003. godini na broj od 1.187 grla u 2016. godini. Povećanje broja autohtonih pasmina koza prati i povećana proizvodnja i plasman njihovog mesa i mlijeka.

Broj magaraca se povećao u Hrvatskoj sa 68 grla zabilježenih u 1998. godini na broj od 2 862 grla u 2016. godini (Grafikon 8.). Od autohtonih pasmina magaraca u RH zabilježeni su istarski, sjevernojadranski i primorsko-dinarski, a njihov broj počeo se zasebno statistički pratiti tek od 2014. godine.

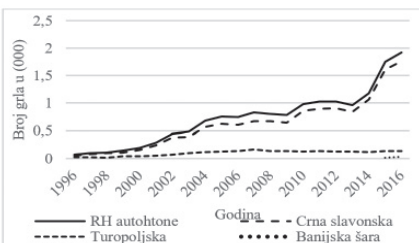
Konji su se nekada u Hrvatskoj uzgajali diljem cijele države, za potrebe poljoprivrede, šumarstva ili transporta, dok je danas ova njihova uloga minimalna, a opstao je samo uzgoj iz tradicije. Ovi su podaci potkrijepljeni i njihovim brojnim stanjem. U 1997. godini zabilježeno je 3 373 grla konja, dok im je broj u 2016. godini porastao na 22 776 grla (Grafikon 9.). Autohtone pasmine konja (hrvatski hladnokrvnjak i posavac, lipicanac i međimurski konj) bilježe porast brojnog stanja. U 1997. godini zabilježeno je 2 984 grla konja, odnosno 84,10% od ukupnog broja konja u Hrvatskoj, dok u 2016. je zabilježeno 14 108 grla ili 54,99%. Na taj porast postotnog udjela utječe i povećan uzgoj uvoznih sportskih pasmina konja. Od hrvatskih autohtonih pasmina konja valja posebno naglasiti tri pasmine. Hrvatski hladnokrvnjak zastupljen je najviše u središnjoj Hrvatskoj sa 1 500 grla zabilježenih 1997. godine, i 7 156 grla u 2016. godini. Hrvatski posavac najviše se uzgaja u Sisačko-moslavačkoj županiji, a zabilježeno je 900 grla 1997. godine i 4 679 grla u 2016. godini. Lipicanac, koji se najviše uzgaja u Slavoniji, Baranji i Srijemu, 1997. godine broji 376 grla, a u 2016. godini 4 679 grla (Grafikon 10.).

Konji i magarci danas sve manje služe u radu, a sve više u sportu, rekreaciji i zabavi, a značajno je spomenuti ljekovitost magarećeg mlijeka.

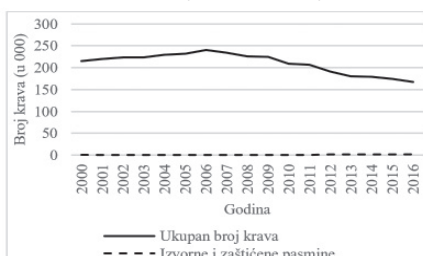
Financijska subvencija APPRRR podataka je i omogućila uzgajivačima hrvatskih autohtonih pasmina domaćih životinja da se odluče za njihov uzgoj i držanje, što je rezultiralo povećanjem brojnosti istih. Kao što je iz Grafikona 11 vidljivo, prema dobivenim podacima iz Agencije za 2015. i 2016. godinu. Od autohtonih pasmina životinja za konje je izdvojena najveća financijska potpora, koja se povećala sa 7 782 000 kn u 2015. godini na 8 882 000 kn u 2016. godini. Po izdvajanju novčanih sredstava iza konja slijede ovce, kod kojih su se ona povećala sa 5 612 000 kn u 2015. godini na 5 814 000 kn u 2016. godini. Potom slijede goveda, kod kojih su se novčana sredstva povećala sa 3 843 000 kn u 2015. godini na 4 590 000 kn u 2016. godini. Magarci, svinje, koze, kokoši i purani dobili su znatno manje količine novčanih poticaja.



**Grafikon 1:** Kretanje ukupnog broja svinja i hrvatskih autohtonih pasmina u RH  
Izvor: HPA (2000. - 2016.)



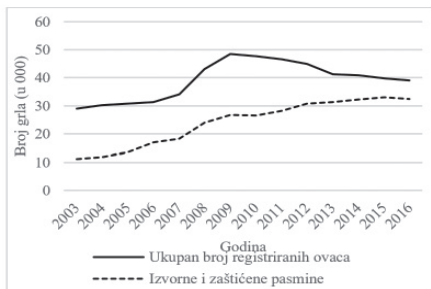
**Grafikon 2:** Kretanje ukupnog broja hrvatskih autohtonih pasmina svinja u RH  
Izvor: HPA (2000. - 2016.)



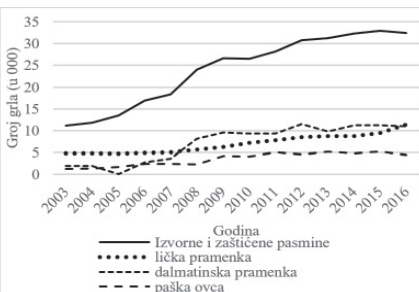
**Grafikon 3:** Kretanje ukupnog broja goveda i hrvatskih autohtonih pasmina u RH  
Izvor: HPA (2000. - 2016.)



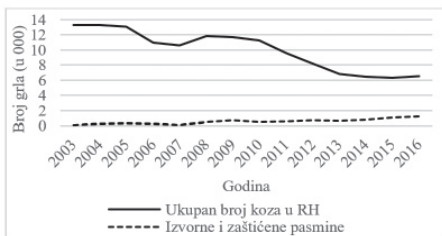
**Grafikon 4:** Kretanje ukupnog broja hrvatskih autohtonih pasmina goveda u RH  
Izvor: HPA (2000. - 2016.)



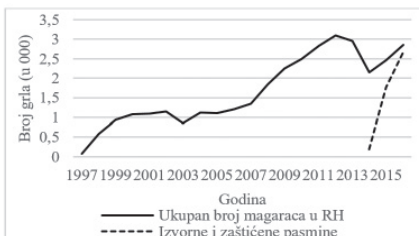
**Grafikon 5:** Kretanje ukupnog broja ovaca i hrvatskih autohtonih pasmina u RH  
Izvor: HPA (2000. - 2016.)



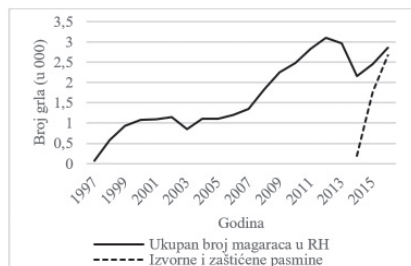
**Grafikon 6:** Kretanje ukupnog broja hrvatskih autohtonih pasmina ovaca u RH  
Izvor: HPA (2000. - 2016.)



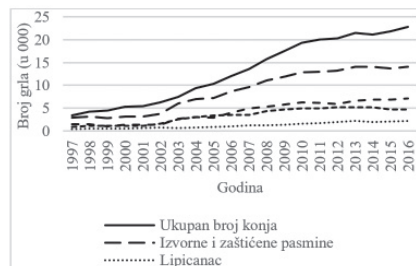
**Grafikon 7:** Kretanje ukupnog broja koza i hrvatskih autohtonih pasmina u RH  
Izvor: HPA (2000. - 2016.)



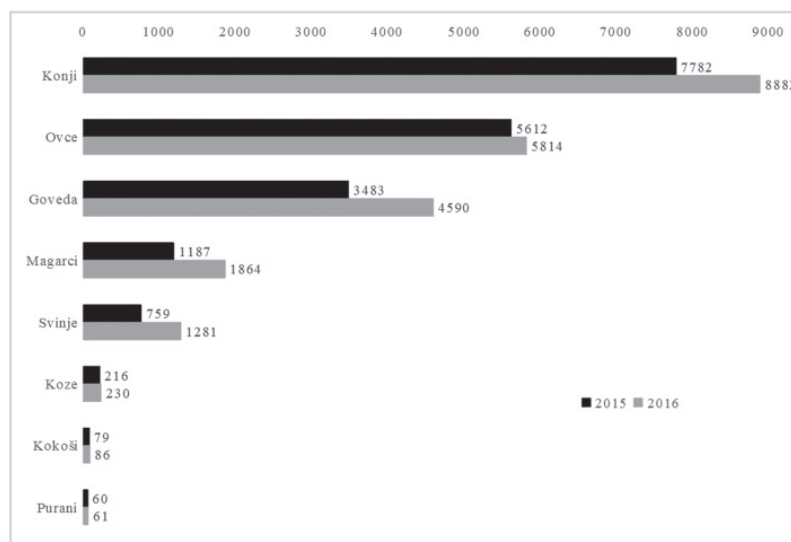
**Grafikon 8:** Kretanje ukupnog broja hrvatskih autohtonih pasmina magaraca u RH  
Izvor: HPA (2000. - 2016.)



**Grafikon 9:** Kretanje ukupnog broja konja i hrvatskih autohtonih pasmina u RH  
Izvor: HPA (2000. - 2016.)



**Grafikon 10:** Kretanje ukupnog broja konja i hrvatskih autohtonih pasmina u RH  
Izvor: HPA (2000. - 2016.)



**Grafikon 11:** Iznos odobrenih potpora za izvorne i zaštićene pasmine životinja u 2015. i 2016. godini u 1 000 kuna, izvor: APPRRR

## Zaključak

Ukupno brojno stanje domaćih životinja u Hrvatskoj se smanjuje što je posebno uočljivo u broju goveda i svinja, a nešto manje kod ovaca. Broj koza se postupno povećava, posebno u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske. Broj konja i magaraca znato se povećava jer se koriste u sportu, rekreaciji i u terapijske svrhe. U svinjogojstvu Hrvatske značajno je porastao broj autohtonih pasmina crne slavonske i turopoljske svinje, kao rezultat subvencija APPRRR ciljano apliciranih u sklopu programa revitalizacije autohtonih pasmina domaćih životinja Republike Hrvatske. U govedarstvu Hrvatske programom APPRRR revitaliziran je broj autohtone pasmine buše i istarskog goveda, a u ovčarstvu su istim programom obuhvaćene autohtone pasmine lička i dalmatinska pramenka te paška ovca. Od autohtonih pasmina konja programom revitalizacije obuhvaćeni su lipicanac, hrvatski hladnokrvnjak i posavac. Za revitalizaciju autohtonih pasmina domaćih životinja APPRRR u 2015. godini izdvojila je ukupno 18 939 000, a u 2016. godini ukupno 22 691 000 kuna.

## Literatura

1. Boljkovac M. (2015): Utjecaj provedbe državne potpore na brojno stan izvornih i zaštićenih pasmina domaćih životinja u Republici Hrvatskoj. Završni specijalistički diplomski stručni rad. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima.
2. Godišnje izvješće od 2000. do 2016. godine. Hrvatska poljoprivredna agencija, Križevci.
3. Interni podaci Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju o potporama za izvorne i zaštićene pasmine za 2015. i 2016. godinu.
4. Udbinac D. (2015): Očuvanje buše kao izvorne i zaštićene pasmine goveda u Republici Hrvatskoj. Završni specijalistički diplomski stručni rad. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima.

## Trends in the number of Croatian indigenous breeds of domestic animals with reference to financial support in 2015 and 2016 year

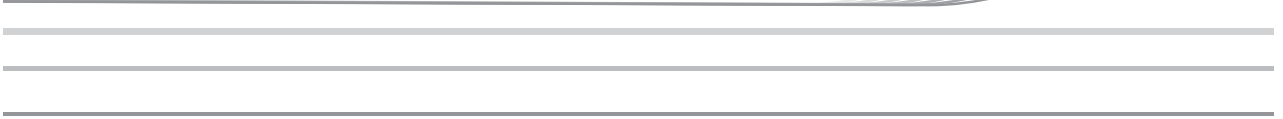
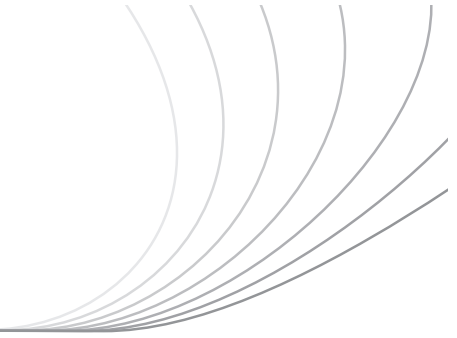
### Abstract

Comparing data, published by the Croatian Agricultural Agency in its annual reports, it is noticeable that the total number of pigs, cattle, sheep and goats decreases year-on-year while the number of horses and donkeys is increasing. Croatian autochthonous species and animal breeds recorded an increase in the number of conditions. Particularly worthy of note is the Busha and Istrian cattle, Lika and Dalmatian pramenka, and Pag sheep, Black Slavonian and Turopolje pig and Lipizzan, Croatian Coldblood and Posavina horse. Croatian cattle breeders are increasingly breeding animals of these breeds, not only for sentimental reasons, but they and their products want to renew traditional products, thus increasing the list of Croatian autochthonous products. All this is assisted by the Agriculture Paying Agency, Fisheries and Rural Development, through which specially funded autochthonous breeds of animals. The aim of this research is to show the positive effect of state financial support on the return of Croatian autochthonous breeds to family farms, with special reference to 2015 and 2016.

**Key words:** domestic animals, autochthonous breeds, number of animals, financial incentives



## Section V



# **Agricultural technics and technology**

**Poljoprivredna tehnika i tehnologija**





## Pojavnost humanih vibracija pri eksploataciji poljoprivrednog traktora

Željko Barač<sup>1</sup>, Ivan Plaščak<sup>1</sup>, Tomislav Jurić<sup>1</sup>, Mladen Jurišić<sup>1</sup>,  
Goran Heffer<sup>1</sup>, Domagoj Zimmer<sup>1</sup>, Ivan Vidaković<sup>1</sup>, Marko Kovačević<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, email: zbarac@pfos.hr

### Sažetak

U radu se prikazuju rezultati mjerenja razine vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja traktora s obzirom na broj radnih sati istog traktora tijekom dvije agrotehničke sezone mjerenja (2015. i 2016. godine). Mjere se razine vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja pri različitim agrotehničkim operacijama u skladu s propisanim normama HRN ISO 2631-1, HRN ISO 5349-1 i HRN ISO 5349-2. Istraživanje se obavlja na traktoru proizvođača LANDINI tipa POWER-FARM 100 na proizvodnim površinama Srednje Poljoprivredne i veterinarske škole Osijek. Isto je učinjeno uređajem za mjerenje humanih vibracija proizvođača MMF tipa VM30. Traktor je u prvoj godini istraživanja imao odrađenih 5800, a u drugoj 6800 radnih sati. Izmjerene vrijednosti vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja ne prelaze dopuštene vrijednosti od 5 ms<sup>-2</sup>.

**Ključne riječi:** agrotehničke operacije, sustav ruka-šaka, traktor, vibracije.

### Uvod

Svako gibanje koje se ponavlja u nekom vremenskom razdoblju nazivamo vibracijom. Uzroci vibracija mogu biti različiti, npr. rad mehaničke opreme: grijanje, ventilacija, klima-uređaji. Vibracije na strojevima su vibracije motora koje se prenose na sam stroj. Vibracije često ukazuju na propust učinjen prilikom montaže, tako one mogu biti uzrok ne zategnutog vijčanog spoja pri montaži motora ili ne zategnutog remenskog prijenosa (Grubišić i Guljaš, 2010.). Mehaničke vibracije na traktoru javljaju se kao posljedica gibanja traktora, rada motora, rada elemenata transmisije i rada priključnog stroja. Radna brzina traktora također značajno utječe na nastanak mehaničkih vibracija (Poplašen i Kerner, 2013.).

Izloženost vibracijama visokih frekvencija tijekom godina može dovesti do poremećaja krvotoka u prstima, pa rukovatelji mogu patiti od povremenih zdravstvenih poteškoća u kojima prsti pobijele i javlja se gubitak osjećaja u prstima (bijeli prsti ili vibracijski sindrom sustava šaka-ruka) (Neugebauer i sur., 2010.). Grubišić, i Guljaš (2010) navode kako vibracijski sindrom predstavlja ozbiljan zdravstveni problem prisutan i u Republici Hrvatskoj, a poznato je i da većina profesionalnih sjekača u šumarstvu ima problema s nekom od posljedica vibracijskog sindroma. Nadalje, intenzivne vibracije niskih frekvencija koje se prenose na šake i ruke mogu također uzrokovati degenerativne promjene u kostima šake, zglobovima prstiju i ručnog zgloba, kao i u području lakti i ramena. Najefikasniji prigušivači vibracija u ljudskom tijelu su upravo zglobne i zračne šupljine. Singh (2012.) u istraživanju navodi kako su ozljede

kuka, vrata, stražnjice i kraljeznice kod rukovatelja traktora posljedica izloženosti vibracijama koje se prenose na cijelo tijelo te nepovoljnim položajem tijela tijekom izvođenja agrotehničkih operacija. Pravci djelovanja vibracija određeni su prema trima anatomskim osima čovjeka (x, y i z) koje se sijeku u predjelu srca.

Dewangan i sur. (2015.) mjerili su vibracije koje se prenose na tijelo sjedeći na sjedalu bez i sa naslonjačem, na tri različita elastična sjedala (ravno; od oblikovane poliuretanske pjene (PUF); zračni jastuk) i na krutom sjedalu. Utvrđena je manja razina vibracija prenesena na sjedalo od poliuretanske pjene u odnosu na sjedalo sa zračnim jastukom, osim pri nižim frekvencijama. Nadalje, razine vibracija znatno su se smanjile pri uporabi sjedala sa naslonom u odnosu na sjedalo bez naslona. Almeida i sur. (2015.) uspoređujući traktore s kabinom i bez kabine utvrđeno je kako se vibracije bolje apsorbiraju unutar kabine nego kod traktora bez kabine. Nadalje, navode kako je kabina izuzetno važan element kod traktora iz razloga što štiti rukovatelja od vibracija pri obavljanju agrotehničkih operacija. Prema Crolla i Dale (2007) mjerene su razine vibracija tijekom vuče prikolice opterećene teretom i neopterećene prikolice. Utvrđeno je kako prilikom vuče prikolice opterećene teretom dolazi do većih vrijednosti vibracija u smjeru sve tri anatomske osi (x, y i z) u odnosu na vrijednosti izmjerene kod vuče prikolice bez tereta. Cveta-nović i Zlatković (2013.) u istraživanju navode kako prosječna starost traktora viša od 15 godina negativno utječe na sigurnost i zdravlje rukovatelja (stara sjedala su ergonomska lošija), te ukazuju na važnost redovnog održavanja traktora u svrhu očuvanja zdravlja rukovatelja.

Cilj istraživanja bio je utvrditi razinu vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja traktora pri različitim agrotehničkim operacijama u odnosu na radne sate. Hipoteza je kako će se s povećanjem broja radnih sati traktora povećati i razina vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja traktora.

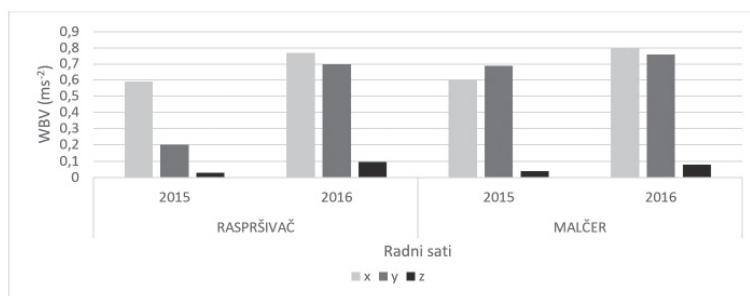
## Materijal i metode

Istraživanje je obavljeno na proizvodnim površinama Poljoprivredne i veterinarske škole Osijek u trajanju od dvije godine (2015. i 2016.) u svrhu utvrđivanja razine vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka pri različitim agrotehničkim operacijama u odnosu na radne sate poljoprivrednog traktora. Mjerenje razine vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja obavljene su na traktoru proizvođača LANDINI, tipa POWERFARM DT 100. Traktor je u prvoj godini istraživanja imao odrađenih 5800, a u drugoj 6800 radnih sati. Mjerenja su obavljena prema propisanim normama HRN ISO 5349-1 i HRN ISO 2631-1 koja navode ograničenja izlaganja vibracijama i njihov učinak na zdravlje rukovatelja. Isto je učinjeno uređajem za mjerenje vibracija (MMF VM 30) koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja s pripadajućim senzorom, a prema smjernicama za mjerenje na radnome mjestu koje propisuje norma HRN ISO 5349-2.

Razine vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka mjerene su pri radu raspršivača te radu malčera u smjeru x, y i z osi. Svako je mjerenje za svaki tretman ponovljeno 3 puta (trajanje pojedinog mjerenja stroja u radu je 30 minuta). Nakon svakog mjerenja uređaj prikazuje srednju vrijednost, a u radu je izrađena i prikazana srednja vrijednost na osnovi 3 ponavljanja. Mjerni je opseg na uređaju za sve osi bio je postavljen na  $120 \text{ ms}^{-2}$ . Brzina je gibanja traktora pri svim agrotehničkim operacijama za vrijeme mjerenja bila eksploatacijska, a ista ovisi o operaciji (prosječna brzina rada: malčer  $1,11 \text{ ms}^{-1}$ , raspršivač  $2,22 \text{ ms}^{-1}$ ). Uređaj za mjerenje bio je postavljen na upravljač tako da su osi mjerene u slijedećim pravcima (HRN ISO 5349-2): x os: uzdužno, duž pravca gibanja - naprijed (pozitivno)/natrag (negativno); y os: bočno, pod pravim kutom u odnosu na smjer vožnje; z os: vertikalno, prema gore (pozitivno)/prema dolje (negativno), okomito na podlogu.

## Rezultati i rasprava

Rezultati mjerenja ukazuju na manja odstupanja vrijednosti mehaničkih vibracija u smjeru x, y i z osi, a u odnosu na radne sate. Prema Europskoj direktivi (2002/44/EC) dnevna granična vrijednost profesionalne izloženosti vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka u osmosatnom vremenu je  $5 \text{ ms}^{-2}$ .



**Grafikon 1.** Srednje vrijednosti vibracija za agrotehničke operacije tijekom 2015. i 2016. godine

Vrijednosti vibracija koje djeluju na sustav ruka-šaka rukovatelja stroja izmjerene pri obavljanju obje agrotehničke operacije u drugoj godini u odnosu na prvu godinu u smjeru sve tri osi su veće (Grafikon 1.). Uočava se kako su u smjeru sve tri osi i u obje godine veće vibracije izmjerene pri agrotehničkoj operaciji malčiranja. Iznimka je druga godina (2016.) i smjer osi z, gdje je izmjerena veća razina vibracija pri agrotehničkoj operaciji raspršivanja zaštitnog sredstva.

Prema Cheng i sur. (2015) utvrđeno je kako izmjerena razina vibracija koja utječe na sustav ruka-šaka rukovatelja pri radu s traktorom koji je agregatiran nije prelazila dopuštene granične vrijednosti od  $5 \text{ ms}^{-2}$ . Tanković, i sur. (2015) navode kako je rizik oštećenja zdravlja zanemariv tijekom osmosatnog izlaganja vibracijama do  $1 \text{ ms}^{-2}$ , od  $2,5 - 5 \text{ ms}^{-2}$  postoji mogućnost lošeg utjecaja na zdravlje te iznosi vibracija iznad  $5 \text{ ms}^{-2}$  uzrokuju velika oštećenja zdravstvenog stanja. Uspoređujući istraživanja navedenih autora i ovim istraživanjem utvrđeno je kako sve vrijednosti vibracija ne prelaze propisanu graničnu vrijednost, te iste neće štetno utjecati na rukovatelja traktora.

**Tablica 1.** Deskriptivna statistika i analiza varijance pri radu malčera

	N	$\bar{X}$	$\sigma$	K.V. (%)	st. pog.	p
<b>x os</b>						
2015.	3	0,60	0,015	2,53	0,0088	<b>0,000</b>
2016.	3	0,80	0,000	0	<b>0,0000</b>	
$\Sigma$	6	0,70	0,108	15,41	0,0441	
<b>y os</b>						
2015.	3	0,69	0,015	2,19	0,0088	<b>0,074</b>
2016.	3	0,75	0,040	5,34	<b>0,0233</b>	
$\Sigma$	6	0,72	0,042	5,88	0,0174	
<b>z os</b>						
2015.	3	0,04	0,002	5	0,0011	<b>0,015</b>
2016.	3	0,07	0,015	19,92	<b>0,0088</b>	
$\Sigma$	6	0,05	0,022	38,27	0,0091	

Tablicom 1. prikazane su standardne pogreške koje su manje u drugoj godini mjerenja u odnosu na prvu godinu. Nadalje, standardna pogreška u smjeru y i z osi veća je u drugoj godini mjerenja u odnosu na prvu. Analizom varijance srednjih vrijednosti vibracija utvrđena je statistički značajna razlika pri radu malčera u smjeru osi x i z, dok u smjeru osi y nije utvrđena statistički značajna razlika (u Tablici 1. Statist. značajnost).

**Tablica 2.** Deskriptivna statistika i analiza varijance pri radu raspršivača

	N	$\bar{X}$	$\sigma$	K.V. (%)	st. pog.	p
<b>x os</b>						
2015.	3	0,59	0,015	2,56	0,0088	<b>0,008</b>
2016.	3	0,76	0,057	7,53	0,0333	
$\Sigma$	6	0,68	0,100	14,74	0,0410	
<b>y os</b>						
2015.	3	0,20	0,015	7,51	0,0088	<b>0,000</b>
2016.	3	0,70	0,000	0	0,0000	
$\Sigma$	6	0,45	0,272	59,48	0,1111	
<b>z os</b>						
2015.	3	0,03	0,001	3,33	0,0005	<b>0,000</b>
2016.	3	0,09	0,005	5,97	0,0033	
$\Sigma$	6	0,06	0,036	57,95	0,0149	

Tablicom 2. prikazana je standardna pogreška koja je veća u drugoj godini mjerenja u odnosu na prvu godinu mjerenja, dok je u smjeru osi y manja u drugoj godini. Analiza varijance srednjih vrijednosti vibracija (u Tablici 2. Statist. Značajnost) prikazuje kako je u smjeru sve tri osi utvrđena statistički visoko značajna razlika vibracija.

## Zaključak

Veće vibracije koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja izmjerene su 2016. godine u smjeru sve tri osi (x, y i z) pri obje agrotehničke operacije, a što je u skladu s postavljenom hipotezom. Provedenim mjerenjem kroz dvije godine i pri obavljanju dvije različite agrotehničke operacije u smjeru osi x, y i z utvrđeno je da se povećanjem broja radnih sati traktora povećava i razina vibracija po svim tretmanima. Uspoređujući agrotehničke operacije zaključeno je kako u smjeru sve tri osi u obje godine veće su vibracije izmjerene pri agrotehničkoj operaciji malčiranja s izuzetkom druge godine (2016.) u smjeru z osi gdje je izmjerena veća razina vibracija pri agrotehničkoj operaciji raspršivanja zaštitnog sredstva.

Iako je prisutan veći intenzitet vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja u odnosu na povećanje radnih sati traktora utvrđeno je kako one neće utjecati na zdravlje rukovatelja jer ne prelaze graničnu vrijednost vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka rukovatelja (5 ms<sup>-2</sup>).

## Literatura

1. Almeida, S. V., Sperotto, F. C. S., Doimo, L. S., Correia, T. P. S., Santos, J. E. G., Silva, P. R. A. (2015): Analysis of vibration levels in agricultural tractor with and without cabin. African Journal of Agricultural Research, 53 (10), 4945-4949.
2. Cheng, J., Chi, R., Mao, E. (2015): Influence of hanging farm implement on vibration of tractor with electro-hydraulic hitch system. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 31 (7), 24-32.

3. Crolla, D.A., Dale, A.K. (2007): Ride Vibration Measurements of Agricultural Tractor and Trailer Combinations. *International journal of vehicle mechanics and mobility*, 9 (5), 261-279.
4. Cvetanović, B., Zlatković, D. (2013): Evaluation of whole-body vibration risk in agricultural tractor drivers. *Bulgarian journal of agricultural science*, 19 (5), 1155-1160.
5. Dewangan, K. N., Rakheja, S., Marcotte, P., Shahmir A. (2015): Effects of elastic seats on seated body apparent mass responses to vertical whole body vibration. *Ergonomics*, 58 (7), 1175-1190.
6. Grubišić, A., Gugljaš, I. (2010): Uzajamni utjecaj aktivnosti ljudi i vibracija međukatnih konstrukcija. *E-GFOS*, 1 (1), 67-69.
7. Neugebauer, G., Jancurova, L., Martin, J., Manek, T. (2010): Opasnost od vibracija koje se prenose na cijelo tijelo i na šake-ruke. Priručnik. International Social security association, Bochum, Njemačka.
8. Poplašen, D., Kerner, I. (2013): Vibracije koje se prenose na šake i ruke. *Sigurnost*, 55 (4), 389-391.
9. Singh, G. K. (2012): Effect of whole-body vibration on vehicle operators: a review. *International Journal of Science and Research*, 3 (7), 320-323.
10. Tanković, A., Suljić-Beganović, F., Talajić, M., Lutvica, S., Lutvica, E., Goletić, A. (2015): Utjecaj vibracija na ljudski organizam. *Bilten Ljekarske komore*, 20, 33-40.
11. \*\*\* (1999): Mehaničke vibracije i udari – ocjenjivanje izloženosti ljudi vibracijama cijeloga tijela – 1. dio: opći zahtjevi, HRN ISO 2631-1, Zagreb.
12. \*\*\* (2001): Mehaničke vibracije – Mjerenje i ocjena izloženosti ljudi vibracijama koje se prenose preko ruku – 1. dio: Opći zahtjevi, HRN ISO 5349-1, Zagreb.
13. \*\*\* (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.
14. \*\*\* (2002): Council Directive on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration), *J Eur Commun*, 2002/44/EC.

## The appearance of human vibrations in the exploitation of an agricultural tractor

### Abstract

The paper presents results of the vibration levels measurements that affecting the hand-arm system of the tractor operator with regard to the number of working hours of the same tractor during two agro-technical seasons of measurement. The vibration levels that affect the hand-arm system are measured in various agrotechnical operations in accordance with the prescribed standards HRN ISO 2631-1, HRN ISO 5349-1 and HRN ISO 5349-2. The investigation was carried out on the tractor LANDINI type POWERFARM 100 on the production areas of the Agricultural and Veterinary High School Osijek. It was done with an MMF VM30 human vibration measuring device. In the first year of the research, the tractor had 5800 and in another 6800 working hours. Measured vibration values affecting the hand-arm system of the operator do not exceed the permissible values of  $5 \text{ ms}^{-2}$ .

**Key words:** agrotechnical operations, hand-arm system, tractor, vibrations.

Prethodno priopćenje / preliminary report

## Utjecaj sustava za obradu ispušnih plinova dizel motora na svojstva motornog ulja

Ivan Vidaković, Ivan Plaščak, Goran Heffer, Željko Barač,  
Domagoj Zimmer, Danijel Marinović

*Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: ivan.vidakovic@pfos.hr*

### Sažetak

Analiza motornog ulja tijekom eksploatacije je vrlo značajna za ocjenu stanja ulja kao i za ocjenu vitalnih dijelova motora u cjelini. Istraživanjem je provedeno ispitivanje fizikalno-kemijskih i mehaničkih svojstava dvije vrste motornog ulja na dva traktora u vremenskom intervalu od 300 i 500 radnih sati. Istraživanjem su obuhvaćeni traktor John Deere, model 7830 opremljen EGR sustavom za obradu ispušnih plinova i traktor Case IH, model MAGNUM 260 opremljen SCR sustavom za obradu ispušnih plinova. Provedenom analizom utvrđeno je kako obje vrste ispitivanih ulja nisu imala značajnija odstupanja u smislu fizikalno-kemijskih i mehaničkih svojstava u odnosu na ulje prije eksploatacije te pružaju dobru zaštitu motora. Motorno ulje primijenjeno u traktoru opremljenom SCR sustavom pokazalo je bolje rezultate u smislu smanjenja trošenja motora i mogućnosti produljenja intervala zamjene ulja.

**Ključne riječi:** motorno ulje, ispušni plinovi, EGR sustav, SCR sustav

### Uvod

Opseg proizvodnje i potrošnje maziva značajno je uvjetovan trendovima razvoja motora i strojeva budući da su maziva njihov bitan konstrukcijski element (Zimmer i sur., 2004.). Specifikacije motornih ulja definiraju se sa ciljem osiguranja neophodne kvalitete motornog ulja za podmazivanje modernih konstrukcija motora (Podobnik i Bambić, 2004.). Posljednjih godina glavne odrednice pri razvoju motora i motornih ulja su pooštreni zahtjevi o emisiji ispušnih plinova, uz istovremeno ispunjenje zahtjeva o vrhunskoj kvaliteti motornih ulja, kojim se osigurava kvalitetno podmazivanje u dugim intervalima promjene (Kovač i sur., 2012.). Na emisije ispušnih plinova i karakteristike dizelskih motora s izravnim ubrizgavanjem prvenstveno utječe proces izgaranja te koncentracija kisika u smjesi zraka i goriva (Heywood, 1998.). Neki od učinkovitih načina smanjenja štetnosti emisije ispušnih plinova su primjena EGR i SCR sustava pri radu dizel motora. Recirkulacija ispušnih plinova (EGR sustav) jedan je od učinkovitih sredstava za smanjenje emisije dušikovih oksida NO<sub>x</sub> iz dizel motora (Aldajah i sur., 2007.). Unatoč svojim prednostima u vidu smanjenja dušikovih oksida, primjena EGR sustava ima svojih nedostataka u smislu povećanja koncentracije čađe u motornom ulju jer se dio ispušnih plinova pomoću EGR ventila preusmjerava natrag u cilindar. Onečišćenje ulja za podmazivanje motora čađom jedan je od glavnih uzroka povećanog trošenja motora (George i sur., 2007.). Selektivna katalitička redukcija (SCR sustav) je tehnika kojom se smanjuje udio dušikovih oksida u ispušnim plinovima reduciranjem istih uz prisustvo katalizatora i reducensa što je najčešće amonijak, otopina amonijaka ili urea (Gavrilov, 2008.). Dušikovi oksidi pri visokim tem-

peraturama reagiraju sa amonijakom na način da se NO<sub>x</sub> pretvara u dušik i vodu te se na taj način smanjuje emisija ispušnih plinova. Razvoj SCR sustava ima za cilj poboljšanje konverzije NO<sub>x</sub> pri niskim i visokim radnim temperaturama (Knecht, 2008.). Sustavi selektivne katalitičke redukcije koriste se u eksploataciji uglavnom kod teških teretnih vozila i autobusa, no polako se primjenjuju i kod automobila. Cilj ovog rada je utvrditi fizikalna i kemijska te mehanička svojstva dvije vrste motornih ulja primijenjenih na traktorima opremljenih EGR i SCR sustavom za smanjenje štetnosti emisije ispušnih plinova kod dizel motora.

### Materijali i metode

Istraživanjem su obuhvaćene dvije vrste motornog ulja (INA Super Max 15W-40 i INA Super 2000 10W-40). Navedena motorna ulja primjenjuju se za podmazivanje motora dva različita traktora. Traktori u istraživanju opremljeni su različitim sustavima za obradu ispušnih plinova te prema tome moraju zadovoljiti različite norme (TIER 3a i TIER 4a.) vezane za kvalitetu ispuha koje propisuju dopuštene vrijednosti štetnih produkata izgaranja (ugljični monoksid CO, neizgoreni ugljikovodici HC1, dušični oksidi NO<sub>x</sub>, spojevi olova, sumpora, krute čestice, itd.). Motorno ulje INA Super Max 15W-40 ispitivano je u radnom intervalu od 300 radnih sati kod oba traktora, dok je motorno ulje INA Super 2000 10W-40 zbog produljenog intervala izmjene ispitivano u radnom intervalu od 500 radnih sati kod oba traktora. Uzorkovanje ulje provedeno je prema propisanom protokolu, crpkom za izuzimanje motornog ulja iz korita motora. Ispitivani uzorci obrađeni su u ovlaštenom i akreditiranom laboratoriju INA MAZIVA d.o.o. gdje su obrađena fizikalno – kemijska te mehanička svojstva motornog ulja. Na slikama 1. i 2. prikazani su uzorci i način izuzimanja uzoraka iz korita motora.



**Slika 1.** Uzorci ulja (Marinović, 2017.) **Slika 2.** Način uzorkovanja (Marinović, 2017.)

Ispitivanje se provodi u tvrtki Anagalis d.o.o. na traktoru marke John Deere, model 7830, pokretan sa tekućinom hlađenim dizelskim četverotaktnim šesterocilindričnim motorom nazivne snage 147 kW (200 KS), opremljen sustavom za obradu ispušnih plinova (EGR sustav) koji zadovoljava TIER 3a normu emisije ispušnih plinova. Drugi traktor u istraživanju je traktor marke Case IH, model MAGNUM 260, pokretan sa tekućinom hlađenim dizelskim četverotaktnim šesterocilindričnim motorom nazivne snage 189 kW (257 KS), opremljen sustavom za obradu ispušnih plinova (SCR sustav) koji zadovoljava TIER 4a normu emisije ispušnih plinova. Ispitivanjem su obuhvaćene dvije vrste motornog ulja proizvođača INA Maziva d.o.o. Jedno od promatranih motornih ulja bilo je INA Super Max 15-W40. Visokoučinkovito SHPD (Super High Performance Diesel) mineralno motorno ulje za podmazivanje visoko opterećenih dizelovih motora gospodarskih vozila. Prikladno je za podmazivanje motora bez filtera čestica (DPF) te većinu motora s EGR ili SCR sustavima obrade ispušnih plinova. Ispitivanje ovog ulja provedeno je u vremenskom intervalu od 300 radnih sati. Drugo promatrano motorno ulje bilo je INA Super 2000 10W-40. Vrhunsko sintetičko XHPD (Extra High Performance Diesel) motorno ulje za podmazivanje Euro 4 i Euro 5 dizelskih motora gospodarskih vozila. Prikladno je za podmazivanje motora s EGR ili sustavima obrade ispušnih plinova te za motore bez filtera čestica (DPF). Ispitivanje ovog ulja provedeno je u vremenskom intervalu od 500 radnih sati.

## Rezultati i rasprava

Prilikom ovog istraživanja ispitivana su slijedeća svojstva motornog ulja: izgled i boja, sadržaj vode i mehaničkih nečistoća, kinematička viskoznost, indeks viskoznosti, TAN i TBN broj, sadržaj čestica metala u ulju nastali uslijed trošenja motora, netopivi sastojci u N – pentanu.

**Izgled i boja.** Određivanje boje naftnih derivata se uglavnom koristi u svrhu kontrole proizvodnje i važno je obilježje kvaliteta. U nekim slučajevima boja može poslužiti kao pokazatelj stupnja dotrajalosti ulja. Međutim, boja nije uvijek pouzdan vodič za kvalitetu i stanje ulja. Tamnija boja motornog ulja može upućivati na pojačano zagađenje čađom.

**Sadržaj vode i mehaničkih nečistoća.** Poznavanje sadržaja vode u naftnim proizvodima važno je u preradi, kupovini i prodaji te transportu proizvoda. Navedeno svojstvo je korisno u predviđanju kvalitete i budućih značajki proizvoda. Mehaničke nečistoće kao sediment u ulju za podmazivanje mogu dovesti do kvara sustava u kritičnim područjima, te je određivanje količine sedimenta nužnost.

**Kinematička viskoznost.** Kinematička viskoznost je specifični koeficijent unutrašnjeg trenja ulja i predstavlja omjer dinamičke viskoznosti i specifične gustoće ulja. Izražava se u  $m^2/s$  ili  $mm^2/s$ , (Kedmenec, 2012.). U provedenom istraživanju sve vrijednosti viskoznosti nalaze se u granicama predviđenim za ovu viskozitetnu gradaciju. Kod oba traktora i ulja 15W-40 došlo je do blagog pada viskoznosti dok je kod ispitivanog 10W-40 ulja kod John Deere traktora došlo do blagog porasta, a kod CASE traktora do blagog pada viskoznosti. Međutim, vidljiva je razlika između ulja. Vrijednost viskoznosti ulja 10W-40 znatno je manje izmijenjena od viskoznosti ulja 15W-40 u odnosu na svježije ulje.

**Indeks viskoznosti** je karakteristika preko koje se utvrđuje promjena viskoznosti sa promjenom temperature. Analizom rezultata zaključeno je da nije došlo do značajnih promjena indeksa viskoznosti niti do značajnog pada njegove vrijednosti, što ukazuje na postojanost poboljšivača u ulju kod koga se prilikom eksploatacije nije dogodila značajna mehanička destrukcija.

**TAN i TBN broj.** Totalni neutralizacijski broj (Total acid number) TAN definira stupanj kiselosti ulja. Prirodni stupanj kiselosti mineralnih ulja povećava se u toku proizvodnje dodavanjem aditiva do granice da ne bude štetna (Lazarica – remonti, 2018.). Povećanje vrijednosti TAN-a ukazuje na nepoželjne oksidacijom izazvane promjene ulja kao i na prisutnost kiselih produkata nastalih u procesu izgaranja goriva (Kovač i sur., 2011). Analizom ulja primijenjenog u istraživanju mogu se uočiti blage promjene TAN broja što pokazuje dobru oksidacijsku stabilnost ispitivanog ulja. Kod traktora sa ugrađenim EGR sustavom za obradu ispušnih plinova (John Deere) zamjetan je porast TAN broja, dok je kod traktora sa ugrađenim SCR sustavom (CASE) primjetan pad TAN broja. Totalni bazni broj TBN je mjera kapaciteta motornog ulja za neutraliziranje jakih kiselina, a definira se brojčanom vrijednošću sadržaja KOH u miligramima po 1 gr ulja. U toku eksploatacije ulja za neutralizaciju kiselina troši se KOH pa TBN broj opada (Lazarica – remonti, 2018.). Vrijednosti broja TBN prikazane u tablicama 1 i 2 pokazuju da su izmjerene vrijednosti znatno veće od 50 % vrijednosti početnog TAN broja koje proizvođači ulja navode kao referentni.

**Metali nastali uslijed trošenja motora.** Tijekom analize ulja vezano za koncentraciju metalnih čestica nastalih trošenjem ispitane su količine prisutnog željeza (Fe), kroma (Cr), bakra (Cu) i olova (Pb). Analizom utvrđene vrijednosti prisutnih metala nalaze se daleko ispod referentnih vrijednosti što ukazuje na dobra antifriksijska svojstva ispitivanog motornog ulja.

**Netopivo u n-pentanu.** Eventualna značajna promjena u n-pentanu netopivih sastojaka ukazuje na promjenu motornog ulja koja bi mogla dovesti do problema podmazivanja. Izmjerene vrijednosti netopivih sastojaka mogu pomoći u procjeni karakteristike ponašanja rabljenih ulja ili utvrđivanju uzorka kvara tehničkog sustava. Analizom rezultata ispitivanog motornog ulja zaključeno je kako nije došlo do značajnih promjena u n-pentanu netopivih sastojaka niti do značajnog porasta njegovih vrijednosti.



**Tablica 1.** Rezultati analize motornog ulja INA Super Max 15W-40

	Uzorak	Svježe ulje	JD 7830	CASE MAGNUM 260
	Količina uzorka, ml		1000	500
	Datum		10.06.2016.	15.03.2016.
	Radni sati, h		280	280
	Nadoljev, l		-	-
<b>Fizikalno-kemijska i mehanička svojstva</b>				
1	Izgled i boja	bistro, smeđe	crno ulje	bistro, tamno smeđe
2	Sadržaj vode i mehaničkih nečistoća	ne sadrži	ne sadrži	<0,05% vode, ne sadrži
3	Kin. viskoznost @ 40°C, mm <sup>2</sup> /s	108,67	91,50	95,35
4	Kin. viskoznost @ 100°C, mm <sup>2</sup> /s	14,75	12,71	13,05
5	Indeks viskoznosti	140	136	135
6	TAN, mgKOH/g	1,20	pretamno	0,97
7	TBN, mgKOH/g	10,10	9,50	10,50
8	Točka zavarivanja, N	3150	3150	3150
9	Srednji promjer istrošenja, mm	0,57	0,57	0,59
10	Kalcij, %	0,34	0,34	0,362
11	Cink, %	0,11	0,12	0,118
12	Sumpor, %	0,41	0,36	0,39
13	Željezo, mg/kg	< 3	69	< 3
14	Olovo, mg/kg	< 3	< 3	< 3
15	Bakar, mg/kg		0,1918	0
16	Cr,V,Ni, mg/kg	< 3	< 3	< 3
17	Netopivo u n-pentanu, %		0,041	0,022

**Tablica 2.** Rezultati analize motornog ulja INA Super 2000 10W-40

	Uzorak	Svježe ulje	JD 7830	CASE MAGNUM 260
	Količina uzorka, ml		1000	1000
	Datum		14.11.2016.	21.09.2016.
	Radni sati, h		500	500
	Nadoljev, l		2,5 25,0%	-
<b>Fizikalno-kemijska i mehanička svojstva</b>				
1	Izgled i boja	bistro, smeđe	bistro, smeđe	bistro, tamno smeđe
2	Sadržaj vode i mehaničkih nečistoća	ne sadrži	ne sadrži	ne sadrži
3	Kin. viskoznost @ 40°C, mm <sup>2</sup> /s	93,51	94,62	91,84
4	Kin. viskoznost @ 100°C, mm <sup>2</sup> /s	14,00	14,17	13,66
5	Indeks viskoznosti	153	154	151
6	TAN, mgKOH/g	1,22	1,87	0,76
7	TBN, mgKOH/g	12,70	10,49	11,22
8	Točka zavarivanja, N	3150	3150	3150
9	Srednji promjer istrošenja, mm	0,57	0,72	0,56
10	Kalcij, %	0,36	0,370	0,380
11	Cink, %	0,11	0,107	0,110
12	Sumpor, %	0,32	0,35	0,35
13	Željezo, mg/kg	< 3	22	24
14	Olovo, mg/kg	< 3	< 3	< 3
15	Bakar, %		15	21
16	Cr,V,Ni,Cd,Mn,Mg, mg/kg	< 3	< 3	< 3
17	Netopivo u n-pentanu, %		0,045	0,039

## Zaključak

Rezultati provedenog ispitivanja dvije vrste motornog ulja pokazuju kako se radi o kvalitetnim uljima nove generacije koja osiguravaju kvalitetno podmazivanje motora Ispitivana ulja nisu pokazala značajnu kemijsku degradaciju što ukazuje na kvalitetu paketa aditiva i korištenog baznog ulja. Primijenjena ulja pokazuju visoku razinu kvalitete te se mogu koristiti i za intervale zamjene duže od 500 radnih sati. Motorno ulje INA Super 2000 10W-40 pokazalo je nešto bolje rezultate na oba traktora. SCR sustav obrade ispušnih plinova pokazao je blaži utjecaj prema ispitivanim uljima u smislu utjecaja na ispitivana fizikalno-kemijska i mehanička svojstva te omogućava produljenje intervala zamjene ulja.

## Literatura

1. Aldajah S., Ajayi O.O., Fenske G.R., Goldblatt, I.L. (2007): Effect of exhaust gas recirculation (EGR) contamination of diesel engine oil on wear. *Wear*, 263, 93 - 98.
2. Gavrilov, N. (2008): Računalna simulacija cikličke pohrane i redukcija dušikovih oksida iz ispušnih plinova motora s unutarnjim izgaranjem koji rade sa siromašnom smjesom. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu. Fakultet strojarstva i brodogradnje, 18.
3. George, S., Balla, S., Gautam, M. (2007): Effect of diesel soot contaminated oil on engine wear. *Wear*, 262, 1113 – 1122.
4. Heywood, J. B. (1998): *Internal Combustion Engines Fundamentals*. Mc Graw Hill International Edition, Singapore. <http://www.lazarica-remonti.com/osobine-ulja.html> (31.01.2018.)
5. Kedmenec, Ž. (2012). Određivanje viskoznosti mineralnih i sintetičkih motornih ulja. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu. Fakultet strojarstva i brodogradnje, 7.
6. Knecht, W. (2008): Diesel engine development in view of reduced emission standards. *Energy*, 33, 264 – 271.
7. Kovač, O., Vujica, J., Mišić, I. (2012): Ispitivanje motornog ulja za putničke automobile – test 100 000 km. *Goriva i maziva*, 51, 3, 251 – 260.
8. Lazarica – remonti, (2018): *Osobine ulja*.
9. Marinović, D. (2017): Utjecaj vrste sustava za obradu ispušnih plinova traktorskih dizel motora na fizikalno – kemijska i mehanička svojstva motornog ulja. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
10. Podobnik, M., Bambić, J. (2004): Specifikacije motornih ulja za osobna vozila. *Goriva i maziva*, 43, 3, 161 – 181.
11. Zimmer, R., Škrobonja, D., Olrom, V., Lazar, P. (2004): Testiranje svojstava motornog ulja SHPD u motoru traktora pri osnovnoj obradi tla. *Goriva i maziva*, 43 (2), 109 – 119.

## Impact of diesel engine exhaust gas treatment system on engine oil properties

### Abstract

The engine oil analysis during the exploitation is very important for the assessment of the oil status as well as for the evaluation of the vital parts of the engine as a whole. The study investigated the physicochemical and mechanical properties of two types of engine oil on two tractors in a time interval of 300 and 500 hours. The research included John Deere tractor, model 7830 equipped with EGR exhaust system and Case IH tractor, MAGNUM 260 model equipped with SCR exhaust system. The analysis showed that both types of tested oils did not have significant deviations in terms of physico-chemical and mechanical properties compared to oil prior to exploitation and provide good engine protection. Engine oil applied to a tractor equipped with an SCR system has shown better results in terms of reducing engine wear and ability to extend oil replacement intervals.

**Key words:** engine oil, exhaust gases, EGR system, SCR system

Prethodno priopćenje / preliminary report

## Analiza trošenja diskova tanjurače na sijaćici za direktnu sjetvu

Goran Heffer<sup>1</sup>, Ivan Vidaković<sup>1</sup>,  
Goran Rozing<sup>2</sup>, Željko Barač<sup>1</sup>, Antun Ausec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: goran.heffer@pfos.hr

<sup>2</sup>Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek,  
Kneza Trpimira 2B, Osijek, Hrvatska

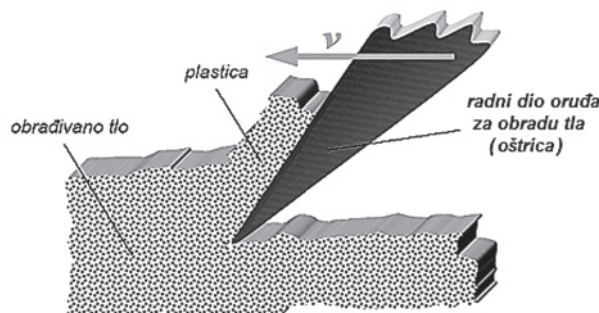
### Sažetak

Radni dijelovi oruđa za obradu tla izloženi su tijekom eksploatacije trošenju česticama tla. U poljoprivredi se sve češća primjenjuju kombinirana oruđa za obradu tla, kojima se tlo obrađuje, zasijava i poravnava u jednom prohodu. Sijačica za direktnu sjetvu Väderstad Rapid 400C jedno je od takvih oruđa. Analizirano je trošenje diskova tanjurače na sijaćici tijekom eksploatacije kroz 2 godine i obrađenih 2300 ha. Utvrđeni su prosječni gubici mase od 1,59 kg (30,6%) i promjera od 9,2 cm (16,5%), te uzročni mehanizmi trošenja diskova.

**Glavne riječi:** sijačica za direktnu sjetvu, tanjurača, trošenje diskova

### Uvod

Trošenje materijala prisutno je u svim segmentima gospodarstva, u kojima se pojavljuju mehanički sustavi bilo kakve vrste koji u sebi sadrže sastavne elemente u gibanju. Poljoprivreda je temelj svakog gospodarstva. Najvažniji segment poljoprivrede je obrada tla, budući da bez odgovarajuće obrade tla nema niti dobrih prinosa. Tijekom izvođenja različitih postupaka obrade tla primjenjuje se specijalizirana poljoprivredna mehanizacija, koja je skup mehaničkih sustava s nepokretnim i pokretnim dijelovima izloženim trošenju. Posljedice trošenja mogu uzrokovati onečišćenja proizvodnoga prostora (tla), te značajno utječu na smanjenje ekonomičnosti poljoprivredne proizvodnje i stvaraju organizacijske probleme (Banaj i sur., 2008.). Gubici koji nastaju mogu se podijeliti na direktne gubitke materijala, tj. dotrajavanje strojnih dijelova, te indirektno gubitke vremena, tj. zastoje u proizvodnji zbog popravaka ili izmjena dotrajalih dijelova (Emert i sur.; 1987.; Ivušić i Jakovljević, 1992.; Miloš i sur., 1993.). Mehanički sustav u kome se odvija proces trošenja naziva se tribosustav (TS). Zbivanja u TS-u ovisna su o strukturi TS-a, tj. svojstvima elemenata TS-a i njihovim međusobnim odnosima, te o skupu opterećenja TS-a, tj. kinematici gibanja i obliku opterećenja (Ivušić, 1998.). Tribosustav u okviru kojeg se odvija trošenje oruđa za obradu tla obuhvaća onaj dio oruđa koji je u neposrednom dodiru s tlom, kao što je prikazano shemom na Slici 1. Dijelovi tribosustava su radni dio oruđa (oštrica) i tlo (neobrađeni i obrađeni dio – plastica).



Slika 1. Shema tribosustava oruđa za obradu tla (Izvor: Dujmić, 2005.)

Obrada tla, a samim time i tribološka zbivanja koja nastaju tijekom iste, uzrokovana su gibanjem oštrice oruđa kroz tlo određenom brzinom. Prema Ivušiću (1998.), njemački standard DIN 50320 obrađuje temeljne pojmove u području trošenja te opisuje sustavnu analizu procesa trošenja i klasificira slučajevne trošenja. Isti definira 4 osnovna mehanizma trošenja – abraziju, adheziju, umor površine i tribokoroziju.

Grilec i sur. (2017.) ističu da se stvarni oblici trošenja, koji nastaju u uvjetima eksploatacije, sastoje od dva ili više osnovnih mehanizama trošenja, te da pritom djeluju istodobno ili u vremenskom slijedu, ovisno o vrsti tribosustava, relativnom gibanju i radnim uvjetima. Heffer i sur. (1998.) navode da je abraziv u procesu trošenja masa čestica tla, sastavljena od tvari različitih svojstava. Glavni abrazijski element u tlu je kvarc, ali mogu biti i druge modifikacije silicijevog dioksida. Ostali abrazijski elementi su različiti metalni oksidi koji se mogu naći u sastavu tla – oksidi kalcija, željeza, aluminija, itd. Tijekom eksploatacije, površina oruđa za obradu tla izložena je procesu trošenja uslijed klizanja, udara i tlaka čestica tla, te se stoga u procesu trošenja osim abrazije mogu pojaviti umor površine i tribokorozija.

Na abrazijsko trošenje oruđa za obradu tla utječe niz čimbenika, koji se mogu svrstati u tri osnovne skupine i tako ih analizirati. To su: a) svojstva tla (abraziva), b) svojstva materijala oruđa i c) parametri opterećenja u tribosustavu oruđa (Heffer i Vujčić, 1996.). Horvat i sur. (2018.) navode primjer plugova koji se manje troše ako se koriste u obradi vlažnog glinastog i ilovastog tla, a više ako se koriste vlažnog pjeskovitog tla.

U radu su prikazani rezultati istraživanja trošenja diskova tanjurače na sijačici za direktnu sjetvu (no-till sijačica) Väderstad Rapid 400C, dobiveni utvrđivanjem stvarnih iznosa trošenja, te mehanizama trošenja koji su isto uzrokovali tijekom eksploatacije.

## Materijal i metode

Švedska tvornica poljoprivrednih strojeva Väderstad razvila je liniju strojeva pod nazivom Rapid te kombinirane alate za više operacija, koji tlo obrađuju, ravnaju, siju i valjaju u jednom prolazu (Zimmer i sur. 2014.). Pneumatska sijačica Rapid 400C obavlja sjetvu sjemena, ravnanje i rekonfiguriranje tla u jednom prolazu. Rezultat sjetve je pouzdan pri visokoj radnoj brzini. Jednostavnost i visoka kvaliteta izrade stroja osiguravaju dugi radni vijek sijačice i niske troškove rada (<https://www.vaderstad.com/en/drilling/rapid-seed-drills/>).

Tijekom sjetve, ispred ulagača sjemena, kroz tlo prolazi tanjurača koja miješa i usitnjava tlo prije ulaganja sjemena i gnojiva. Pritom je najveće opterećenje u cjelokupnoj obradi tla i sjetvi upravo na tanjurači jer njezini diskovi ulaze u tvrdo i neobrađeno tlo. Stoga su diskovi tanjurače izloženi vrlo intenzivnom procesu trošenja česticama tla (Ausec, 2018.).

Tanjurača prednjih alata sijačice Rapid 400C ima dva reda po 18 ravnih nazubljenih diskova, tj. ukupno 36 diskova. Diskovi su mase 5,2 kg i promjera 56 cm. Izrađeni su od kvalitetnog švedskog čelika oznake V-55, kod kojega je uspješno kombinirana visoka tvrdoća i otpornost na udarce. Tvrdoća osigurava trajnost, a otpornost na udarce daje disku otpor prema vanjskim silama u polju. U oznaci V-55 „V“ označava tvrtku Väderstad, a broj „55“ Rockwell-C tvrdoću (<https://www.vaderstad.com/uk/service--parts/genuine-parts/v-55/>).

Istraživanje trošenja materijala provedeno je u eksploatacijskim uvjetima, tj. tijekom rada pneumatske sijačice. Analizirano je trošenje diskova tanjurače koja je sastavni dio prednjih alata sijačice koji služe za predstjetvenu pripremu tla. Analiza trošenja diskova tanjurače provedena je za jedan komplet diskova prednjih alata sijačice, i to za prvi red od 18 diskova – redni brojevi od 1. do 18. s lijeva na desno, gledano s prednje strane sijačice. Taj red je izloženiji trošenju tijekom rada sijačice, budući da prvi ulazi u tvrdo i neobrađeno tlo. Trošenje je analizirano nakon odrađenih 2300 ha, odnosno nakon cca. 2 godine rada sijačice (Ausec, 2018.).

Trošenje diskova tanjurače utvrđuje se mjerenjem dva parametra:

- mase svakog istrošenog diska i usporedbom s promjerom novog diska – gubici masa ( $\Delta m$ ),
- promjera svakog istrošenog diska i usporedbom s novim diskom – gubici promjera ( $\Delta d$ ).

Gubici masa i promjera izračunati su kao razlike masa i promjera novih i istrošenih diskova.

## Rezultati i rasprava

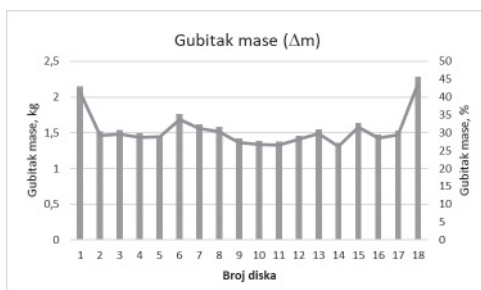
Istrošeni diskovi tanjurače skinuti su sa nosača, očišćeni i pripremljeni za mjerenje.

Rezultati mjerenja masa i promjera istrošenih diskova tanjurače prikazani su u tablici 2.

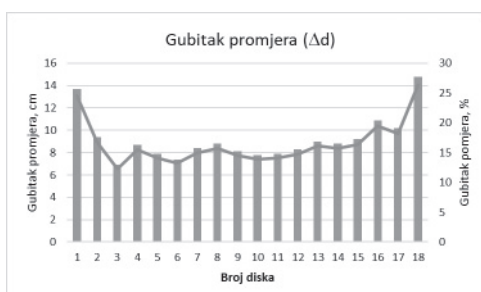
**Tablica 2.** Rezultati mjerenja istrošenih diskova tanjurače

Redni broj diska	Masa istrošenog diska, kg	Gubitak mase ( $\Delta m$ )		Promjer diska, cm	Gubitak promjera ( $\Delta d$ )	
		kg	%		cm	%
1.	3,05	2,15	41,3	42,3	13,7	24,5
2.	3,68	1,52	29,2	46,6	9,4	16,8
3.	3,66	1,54	29,6	49,1	6,9	12,3
4.	3,71	1,49	28,7	47,3	8,7	15,5
5.	3,75	1,45	28,9	48,1	7,9	14,1
6.	3,44	1,76	33,8	48,6	7,4	13,2
7.	3,58	1,62	31,2	47,6	8,4	15,0
8.	3,62	1,58	30,4	47,2	8,8	15,7
9.	3,78	1,42	27,3	47,9	8,1	14,5
10.	3,81	1,39	26,7	48,2	7,8	13,9
11.	3,82	1,38	26,5	48,1	7,9	14,1
12.	3,74	1,46	28,1	47,7	8,3	14,8
13.	3,65	1,55	29,8	47,0	9,0	16,1
14.	3,84	1,36	26,2	47,2	8,8	15,7
15.	3,56	1,64	31,5	46,8	9,2	16,4
16.	3,72	1,48	28,5	45,1	10,9	19,5
17.	3,67	1,53	29,4	45,8	10,2	18,2
18.	2,92	2,28	43,8	41,2	14,8	26,4
$\bar{X}$	3,61	1,59	30,6	46,8	9,2	16,5

Dobiveni rezultati mjerenja trošenja diskova prikazani su Grafikonima 1. i 2.



**Grafikon 1.** Gubici mase diskova tanjurače uslijed trošenja



**Grafikon 2.** Gubici promjera diskova tanjurače uslijed trošenja

Analiza trošenja diskova tanjurače sijačice Rapid 400C provedena je mjerenjem gubitka mase i gubitka promjera svakog pojedinog diska. Utvrđeno je da se proces trošenja odvijao ravnomjerno po obodu diskova, zadržavajući početni kružni oblik, te da su trošeni rubovi diskova značajno stanjeni i izoštrjeni. Budući da je riječ o alatima za obradu tla koji se tijekom rada okreću oko središnje osi, navedene posljedice trošenja su očekivane i sukladne ranijim istraživanjima (Emert i sur., 1987. te Miloš i sur., 1993.).

Na istrošenim diskovima su uočeni tragovi trošenja abrazijom i djelomično tribokorozijom, što je uzrokovano navedenim načinom gibanja alata i kontakta s abrazivskim česticama tla. Takvim gibanjem radna oštrica alata konstantno mijenja uvjete kontakta, pa se trošenje odvija uglavnom abrazijom zbog trenja čestica tla po površini oštrice i tribokorozijom (kada je tlo vlažno), dok uvjeti za nastanak umora materijala ne postoje. Navedeno je u skladu s ranijim istraživanjima mehanizama trošenja alata za obradu tla (Heffer i sur., 1998.).

Prosječna masa istrošenih diskova iznosi 3,61 kg, a njihov prosječni gubitak mase je 1,59 kg (30,6%). Prosječni promjer istrošenih diskova je 46,8 cm, a njihov prosječni gubitak promjera je 9,2 cm (16,5%). Najveća vrijednost izgubljene mase diska utvrđena je kod 18. diska i iznosi 2,28 kg (48,3%). Kod istog diska utvrđen je i najveći gubitak promjera od 14,8 cm (26,4%). Najmanji gubitak mase utvrđen je kod 14. diska i iznosi 1,36 kg (26,2%), dok je najmanji gubitak promjera utvrđen kod 3. diska i iznosi 6,9 cm (12,3%).

Gubitak promjera uglavnom je u području nazubljenog dijela diska (oštrica), a kod nekoliko diskova trošenje se proširilo i u području tijela diska. Takvo trošenje je očekivano, sukladno uputstvima za rukovanje sijačice Rapid 400C (Väderstad Holding AB, 2015.), ali otvara i mogućnost daljnjih istraživanja u području konstrukcije i materijala novih diskova.

Iz podataka o gubicima masa i promjera vidljivo je da su se najviše trošili krajnji bočni diskovi (1. i 18.), što je vjerojatna posljedica rada sijačice s postavljenim x-diskovima prednjih alata, uslijed čega su upravo ti diskovi najviše izloženi trenju i trošenju (<https://www.vaderstad.com/en/drilling/rapid-seed-drills/>).

### Zaključak

Provedenom analizom trošenja diskova tanjurače na pneumatskoj sijačici Rapid 400C utvrđeni su najveći, najmanji i prosječni gubici masa i promjera koji pokazuju neravnomjerno trošenje u okviru reda tanjurače, što je posljedica nehomogenosti tla kao abraziva. Analizom tragova trošenja na diskovima tanjurače uočeno je da su isti uglavnom nastali mehanizmom abrazije i tek djelomično mehanizmom tribokorozije materijala. Na smanjenje trošenja diskova može se utjecati izborom abrazivski otpornih materijala, što tvrtka „Väderstad“ primjenjuje. Također, trošenje tribokorozijom može se smanjiti redovitim i pravilnim održavanjem, kako tijekom eksploatacije tako posebno nakon završene sezone sjetve. Sa diskova je potrebno redovito uklanjati nataložene ostatke tla i biljnog materijala, te ih premazivati antikorozijskim sredstvima i kvalitetno uskladištiti (garažirati).

### Literatura

1. Ausec, A. (2018.): Analiza trošenja diskova tanjurače na pneumatskoj sijačici Väderstad Rapid 400. Diplomski rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
2. Banaj, Đ.; Duvnjak, V.; Tadić, V.; Kanisek, J.; Turkalj, D. (2008.): Tehničko-tehnološki aspekti primjene novih oblika lemeša pluga. Poljoprivreda, Vol.14 No.1, 41-46.
3. Dujmić, T. (2005.): Smanjenje trošenja radnih dijelova alata za obradu tla primjenom abrazivski otpornih materijala. Diplomski rad. Veleučilište u Požegi, Poljoprivredni odjel u Vinkovcima.
4. Emert, R.; Tot, A.; Musa, I.; Šimić, I. (1987.): Istraživanje racionalnih oblika radnih organa na strojevima za osnovnu obradu tla. Zbornik XI. savjetovanja mehanizatora Slavonije i Baranje, Vinkovci.
5. Grilec, K.; Jakovljević, S.; Marić, G. (2017.): Tribologija u strojarstvu. Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb.
6. Heffer, G.; Vujčić, M. (1996.): Čimbenici trošenja poljoprivredne mehanizacije pri obradi tla. Zbornik radova 24. savjetovanja „Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede“, Opatija, 89-94.
7. Heffer, G.; Vujčić, M.; Jurić, T. (1998.): Trošenje poljoprivrednih oruđa česticama tla. Strojarstvo, 40(5,6)1998, 221-227.
8. Horvat, Z.; Marušić, V.; Samardžić, I.; Opačak, I. (2018.): Influence of ploughshare surface layers on ploughing efficiency. Metalurgija 57 (2018) 1-2, 125-127.
9. Ivušić, V. (1998.): Tribologija. Hrvatsko društvo za materijale i tribologiju, Zagreb
10. Ivušić, V.; Jakovljević, M. (1992.): Zaštita od trošenja kod poljoprivredne mehanizacije. Zbornik radova simpozija „Znanost i praksa mehanizacije poljoprivrede“, Đakovo.
11. Miloš, B.; Pintarić, A.; Buljan, G. (1993.): Trošenje abrazijom dijelova poljoprivrednih strojeva. Zbornik radova „Tribologija u agroindustrijskom kompleksu“, Osijek, 44-48.
12. Väderstad Holding AB (2015.): Originalna uputstva za rukovanje Rapid 400C, 902644-hr (hrvatski prijevod). Väderstad, Sweden.
13. Zimmer, R.; Košutić, S.; Kovačev, I.; Zimmer, D. (2014.): Integralna tehnika obrade tla i sjetve. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
14. <https://www.vaderstad.com/en/drilling/rapid-seed-drills/> (10.2.2018.)
15. <https://www.vaderstad.com/uk/service--parts/genuine-parts/> (11.2.2018.)

## Analysis of wear of disc harrows on direct seeding machine (no-till)

Working parts of tillage tools are exposed during the exploitation to soil particle wear. In agriculture more and more commonly is the use of combined tools for soil treatment, where the soil is processed, sown and aligned in one pass. Direct seeding machine Väderstad Rapid 400C is one of these tools. It was analysed the wear of disc harrows on the seeding machine during the exploitation of 2 years and the processed 2300 ha. Average weight losses of 1.59 kg (30.6%) and diameter of 9.2 cm (16.5%) were measured, also causative mechanisms of wear of discs were determined.

**Key words:** direct seeding machine, disc harrow, wear of discs



## Twin row technology maize sowing on family farm Vračić

Anamarija Banaj<sup>1</sup>, Đuro Banaj<sup>1</sup>, Domagoj Dundović<sup>1</sup>, Vjekoslav Tadić<sup>1</sup>, Željko Lovrić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture Osijek, University of Osijek,

<sup>2</sup>Company Agrolaguna, Poreč

### Abstract

This paper presents the results of maize seeding with two different types of sowing machines: standard – PSK4 OLT and twin row – MaterMacc Twin Row-2 sowing machine. Research was carried out on field of Family farm Vračić in Lužani, Brodsko-posavska county. Two maize hybrids were used: DKC 4555 and Chapalu RWA in standard seeding with row spacing of 70 cm and in twin row seeding with row spacing of 22 cm (between plant lines) and 48 cm (between plant rows). The standard seeding for DKC 4555 hybrid was performed on a predetermined set of 64253 plants ha<sup>-1</sup>. Estimated set after emergence was 60705 plants ha<sup>-1</sup>. Yield of this hybrid with standard seeding was 9126,66 kg ha<sup>-1</sup> with st.dev. of 645,763 and c.v. of 7,08%. Yield with twin row technology was 10464,42 kg ha<sup>-1</sup> or 12,78% more than with standard seeding. Predetermined set for this case was 65679 plants ha<sup>-1</sup> with 61845 plants ha<sup>-1</sup> estimated after emergence. The standard seeding for Chapalu RWA hybrid was performed on a predetermined set of 64253 plants ha<sup>-1</sup>. Estimated set after emergence was 57865 plants ha<sup>-1</sup>. Yield of this hybrid with standard seeding was 12174 kg ha<sup>-1</sup> with st.dev. of 830,167 and c.v. of 6,81%. Yield with twin row technology was 13344 kg ha<sup>-1</sup> or 8,76% higher than with standard seeding.

**Keyword:** maize, yield, standard seeding, twin row seeding, sowing machine

### Introduction

Maize (*Zea mays* L.) is one of the three leading agricultural crops along with wheat and rice in the world. Also in our country maize is leading agricultural crop. Of all cereals, maize has the greatest fertility potential, that needs to be used in this and future period as well. Maize continues to be traditionally grown on major agricultural areas with different levels of soil fertility, and the reason for that is relatively simple maize cultivation without significant mechanization. Maize seeding in our area is performed at the row spacing of 70 and 75 cm. Recently, scientific research has been conducted for maize seeding in two rows, worldwide known as twin-row technology. Depending on the seeding machine producers, the twin rows are seeded on a spacing of 20, 22 or 25 cm, and the central spacing of the adjoining dotted rows is 70 or 75 cm, so that maize harvest can be done with standard maize harvesters. This seeding technology allows better soil and sunlight utilization, and contributes to achieving equal or greater yield per hectare in most experiments. The difference in crop yields in double rows is significantly higher because this technology seeds 284 rows per ha (standard seeding-142 rows per ha). Production of maize and other cultures using twin-row technology still raises a lot of questions in Croatia and the region. According to available current literature of this scientific area, twin-row technology has been applied at the beginning of the nineteenth century in SAD as an attempt

to enlarge yield by increasing the seeding of a larger number of plants (crops) per production area (ha). At the areas of the former Yugoslavia, Tadić started experiments with maize seeding in double rows in 1976., according to Čuljat (1989), with the basic aim of enlarging the yield by increasing the plant density. According to the same author, seeding in strips reduced the shading of plants and the number of broken plants did not increase. In that same year, the Agricultural Institute of Osijek and Mile Čuljat, along with the Metal industry Osijek (OLT), were developed the sowing machine for the crops in two rows. Their joint work resulted in the first seeding machine in 1986 named PSK-T. According to this author, there was a significant enlarge in yield in all cases from 6 to 18%. There is a large number of sowing machine manufacturers on the agricultural technology market today, some of which are predominant such as Great Plains, John Deere, Monosem, MaterMacc, Crust Buster, Speed King Inc., Kinze Manufacturing, Gaspardo and many others. The differences between the offered models of these companies are certainly in the seeding system as well as the spacing between double rows that is 20, 22 or 25 cm. Banaj et al. (2017, 2018) presented the results of the application of twin-row technology in the Republic of Croatia using the MaterMacc Twin row-2 seeding machine. Studies were conducted in the eastern part of Croatia where optimal precipitation rates were recorded throughout the whole vegetation (2016) of maize growing. According to Blandino et al. (2013), a study of the row technology was conducted in Italy at 12 locations on different soils and climatic conditions in the provinces of Alessandria, Cuneo, Ferrara, Milan, Mantovi, Padua, Turin, Udine and Verona. The hybrid DKC 6815, of the FAO Group 600, is seeded on various sets of plants, from 7.5 to 9.5 and even 10 plants/m<sup>2</sup> (75, 95 and 100 thousands plants ha<sup>-1</sup>). The results indicate an increase in yields at 8 locations by 5.5% in average. The enlarge in yield was 0.6 t ha<sup>-1</sup> (+ 3.6%) and 0.9 t ha<sup>-1</sup>, which is the increase of 6.2%. According to Mackey et al. (2016.), there is an increased interest in narrow rows (<30 inches) maize production in order to increase yields. Experiments were conducted around the cities of Lexington and Hodgenville in the state of Kentucky during 2011 and 2012 with three hybrids seeded at a 15-inch spacing, two rows at 8 inches (20.32 cm) and standard at 30 inches (76.2 cm) with circuits of 30000, 35000, 40000 and 45,000 plants per acre. In Hodgenville area in 2011, twin-row seeding has 6.7% higher yield compare to the standard which was not the case in the next year. However, some authors presented results with no significant differences in the yield between seeding on the standard row spacing and sowing with twin-row seeding machines. Authors Ogrizović (2015) and Robles et al. (2012) quotes that twin-row technology seeding has advantages over the classic maize seeding because it increases the plant's density and improves the physical appearance of the plants which increases yield.

### Materials and methods

The field experiment was conducted during 2016 growing season at Family farm Antun Vračić (Lužani, municipality Oriovac, Brodsko-posavska county, Croatia). Maize was seeded on the date 16. April and harvested on 16. September, 2016. The used hybrids were DKC 4555 and Chapalu RWA. In this experiment was used two different types of sowing machines: standard – OLT PSK 4 and twin row – MaterMacc Twin Row-2 sowing machine. Grain yields were calculated at 14% grain moisture basis. The seeding was done on the location where the pre-crop was wheat. The field was fertilized with 190 kg ha<sup>-1</sup> N, 130 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 130 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Crop protection was conventional, by applying Adengo herbicide for weed control.

The average air temperature in the month of seeding was 11.4 °C with the total measured precipitation of 59.9 mm. At harvest time, in mid-September, average air temperature was 16,3 °C with 70.6 mm precipitation. The average air temperature in June was 19.7 °C with maximum of

21.4 °C in July. Significant soil characteristics at the location are the humus content of 1.7%, pH in H<sub>2</sub>O = 7.73 and in KCl = 6.24. Manual harvest of maize was conducted by the harvesting of two maize rows in length of 20 m with four repetitions. The obtained data are processed in the "SPSS 16" program - the mean value, the standard deviation and the variation coefficient for all values.

## Results and discussion

The working speeds and depths during seeding are presented in Table 1. Determined plant density, yield and grain moisture of conducted research with DKC 4555 and Chapalu RWA hybrids are shown in the next tables.

**Table 1.** Statistical values of seeding machines exploitation performance indicators

Sowing machine	Working speed (km/h)			Working depth (cm)		
	x	s.d.	KV (%)	$\bar{X}$	s.d.	KV (%)
PSK4-OLT	7,83	0,399	5,10	4,84	0,810	16,72
MaterMacc Twin Row - 2	7,63	0,960	12,59	5,24	0,485	9,26

**Table 2.** Observed plant population for hybrid DKC 4555

Hybrid	Sowing -row spacing 70 and 22 * 48 cm	Plant density per ha during emergence			Plant spacing within in-line after emergence ( cm )		
		x	s.d.	KV (%)	x	s.d.	KV(%)
DKC 4555	Standard I – 64253	60705	5133,929	8,46	23,60	5,409	22,92
	Twin Row I – 65679	61845	7489,953	12,11	43,67	5,984	13,70

**Table 3.** Maize grain yields and moisture in harvest for hybrid DKC 4555

Hybrid	Set of plants per ha in harvest	Yield kg ha <sup>-1</sup>	Statistical yield values			
		x	s.d.	KV (%)	Minimum value	Maximum value
DKC 4555	Standard I – 60705	9126,66	645,763	7,08	8550,13	9967,01
	Twin Row I – 61845	10464,42	1511,090	14,44	8267,19	11678,41
Hybrid	Set of plants per ha in harvest	Grain moisture (%)	Statistical values of grain moisture			
		x	s.d.	KV (%)	Minimum value	Maximum value
DKC 4555	Standard I – 60705	24,46	0,757	3,09	23,50	25,50
	Twin Row I – 61845	20,66	0,737	3,57	19,50	21,50

**Table 4.** Observed plant population for hybrid CHAPALU

Hybrid	Seeding-row spacing 75 and 22 * 53 cm	Set of plants per ha during emergence			Plant spacing within in line after emergence ( cm )		
		x	s.d.	KV (%)	x	s.d.	KV(%)
CHAPALU	Standard I – 64253	57865	3012,275	5,21	24,33	2,024	8,32
	Twin Row I – 65841	57523	6659,493	11,58	45,40	7,059	15,55

**Table 5.** Maize grain yields and moisture in harvest of hybrid CHAPALU

Hibrid	Set of plants per ha in harvest	Yield kg ha <sup>-1</sup>	Statistical yield values			
		x	s.d.	KV (%)	Minimum value	Maximum value
CHAPALU	Standard I – 57865	12174	830,167	6,81	11619	13398
	Twin Row I – 57523	13344	272,593	2,04	13075	13589
Hibrid	Set of plants per ha in harvest	Grain moisture (%)	Statistical values of grain moisture			
		x	s.d.	KV (%)	Minimum value	Maximum value
CHAPALU	Standard I – 57865	24,46	0,757	3,09	23,50	25,50
	Twin Row I – 57523	20,66	0,737	3,57	19,50	21,50

Based on the meteorological data, primarily by observing the average monthly air temperature and monthly rainfall, it can be concluded that the vegetation year 2016 was suitable for maize production at the location of Family farm Antun Vračić. In the standard seeding with the pneumatic seeding machine PSK4 OLT, hybrid DKC 4555 with a set of 60705 plants ha<sup>-1</sup> after emergence, obtained the yield of 9126,66 kg ha<sup>-1</sup> of dry grain with an average humidity of 24.6%. Twin row seeding of the same hybrid with a set of 61845 plants ha<sup>-1</sup> obtained a yield of 10464,42 kg ha<sup>-1</sup> of dry grain with an average moisture of 24.48%, which makes an increase of 12.79%, compared to the standard seeding. The standard seeding of the hybrid Chapalu RWA with a set of 57865 plants ha<sup>-1</sup> after emergence, obtained the yield of 12174 kg ha<sup>-1</sup> of dry grain with an average moisture of 24.46%. Twin row seeding of the same hybrid with MaterMacc Twin Row-2 seeding machine with a set of 57523 plants ha<sup>-1</sup> and obtained yield of 13344 kg ha<sup>-1</sup> of dry grain with an average moisture of 20,66%, represents an increase of 8,76% compared to standard seeding. The results obtained are similar to those of increase in yields, quoted by Banaj et al. (2017a), 10.35% for P0023 hybrid and 5.83% for hybrid P0412. The results obtained are identical with those reported by Blandino et al. (2013) in Italy. Tadić et al. (2017) also cited the increase in yield obtained in twin-row sowing from 2.40% to 6.48%. Jurković et al. (2018) also confirm increase in yield by using twin row sowing from 3.56 to 7.66%.

## Conclusions

Based on the obtained results of the measured parameters during a one-year study on both hybrids, the positive effect of twin row technology on the standard corn yields was determined. The increase in grain yield, when sown with twin row technology, is 12.78% for hybrid DKC 4555, while for Chapalu RWA hybrid it is 8.76%, indicating the possibility of using this type of sowing machine compared to the standard sowing machine in maize production.

## References

1. Banaj, A., Šumanovac, L., Heffer, G., Tadić, V., Banaj Đ., (2017a): Yield of corn grain by sowing in twin rows with MATERMACC-2 planter, International Scientific Symposium: Actual Tasks on Agricultural Engineering, Agronomy faculty in Zagreb; Opatija, Croatia, 141 – 152.
2. Banaj, A., Kurkutović, L., Banaj Đ., Menđušić, I. (2017b): Application of MATERMACC twin row - 2 seeder in corn sowing, 10. međunarodni znanstveno-stručni skup "Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša", Vukovar, 180-186.
3. Blandino, M. Reyneri A., Testa G. (2013): Aumentare la produttività del mais con alti investimenti e file binate, 76 Terra e Vita, nr. 7/2013, 76-78.

4. Čuljat, M. (1989): Primjena tehnike za proizvodnju soje s naglaskom na tehniku sjetve i zaštite, Zbornik radova VIII savjetovanja „Biološki, tehnički i organizacijski aspekti unapređenja i proširenja proizvodnje soje u Slavoniji i Baranji“, 154–158 Osijek.
5. Jurković, D., Kajić, N., Banaj, A., Tadić, V., Banaj, Đ., Jović, J., (2017): Twin Row technology maize sowing, Agriculture Symposium “Agrosym 2017, 62-66.
6. Jurković, D., Kajić, N., Banaj, A., Banaj, Đ., (2018): Utjecaj načina sjetve na prinose zrna kukuruza, 53. hrvatski i 13. međunarodni simpozij agronoma 18. do 23. veljače 2018., Vodice, 299-303.
7. Mackey, G.L., J.M. Orłowski, J. Baniszewski, C.D. Lee. (2016). Corn Response to Row Spacing and Seeding Rate Varies by Hybrid and Environment in Kentucky. *Crop, Forage & Turfgrass Management* 2. doi: 10.2134 / cftm2016.0002
8. Robles, M., Ciampitti Ignacio A., and Vyn, Tony J. (2012): Responses of Maize Hybrids to Twin-Row Spatial Arrangement Multiple Plant Densities, *Agronomy Journal* Volume104, Issue 6.
9. Ogrizović B. (2015): Results of the Corn Set with Twin-Row Seed in Sombor region, 43rd Symposium "Current Activities of Agricultural Mechanics, Opatija, 319-329.
10. Tadić, V., Banaj A., Banaj, Đ., Petrović, D., Knežević, D. (2017): Twin Row technology for maize seeding, The third International Symposium on Agricultural Engineering ISAE–2017, Belgrade–Zemun, 20th-21st October 2017, 69-74.

## Twin row tehnologija sjetve kukuruza na OPG-u Vračić

### Sažetak

U ovom radu prikazani su rezultati sjetve kukuruza s dvije sijačice: standardne - PSK4 OLT i twin row-MaterMacc Twin Row-2. Istraživanje je provedeno na lokalitetu OPG-a Vračić u Lužanima, Brodsko-posavska županija. Korištena su dva hibrida kukuruza: DKC 4555 i Chapalu RWA koji su zasijani u standardnoj sjetvi s razmakom redova od 70 cm i twin row sjetvi s razmakom od 22 cm (između biljaka u duplom redu) i 48 cm (između dva dupla reda). Standardna sjetva za hibrid DKC 4555 provedena je na planirani sklop od 64253 biljaka ha<sup>-1</sup>. Procijenjeni sklop nakon nicanja bio je 60705 biljaka ha<sup>-1</sup>. Prinos ovog hibrida u standardnoj sjetvi bio je 9126,66 kg ha<sup>-1</sup> sa standardnom devijacijom od 645,763 i koeficijentom varijacije od 7,08%. Prinos ostvaren twin row sjetve iznosio je 10464,42 kg ha<sup>-1</sup> ili 12,78% više nego kod standardne sjetve. Planirani sklop za twin row sjetvu iznosio je 65679 biljaka ha<sup>-1</sup>, a sklop od 61845 biljaka ha<sup>-1</sup> procijenjen je nakon nicanja. Standardna sjetva za Chapalu RWA hibrid provedena je na planirani sklop od 64253 biljaka ha<sup>-1</sup>. Procijenjeni sklop nakon nicanja iznosio je 57865 biljaka ha<sup>-1</sup>. Prinos zrna je iznosio 12174 kg ha<sup>-1</sup> sa standardnom devijacijom od 830.167 i koeficijentom varijacije od 6,81%. Prinos twin row sjetvom iznosio je 13344 kg ha<sup>-1</sup> ili 8,76% više nego kod standardne sjetve.

**Ključne riječi:** kukuruz, prinose, standardna sjetva, twin row sjetva, sijačica

Izvorni znanstveni rad / original scientific paper

## Sjetva kukuruza sijačicom MaterMacc Twin Row-2 na OPG-u Jasna Puhar

Đuro Banaj<sup>1</sup>, Anamarija Banaj<sup>1</sup>, Dragan Jurković<sup>2</sup>,  
Vjekoslav Tadić<sup>1</sup>, Davor Petrović<sup>1</sup>, Željko Lovrić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, e-mail: dbanaj@pfos.hr

<sup>2</sup>Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru

<sup>3</sup>Agrolaguna d.d., Poreč

### Sažetak

U radu su prikazani rezultati prinosa zrna primjenom standardne i sjetve kukuruza u twin row tehnologiji na proizvodnim površinama OPG Jasna Puhar, Đelekovec. Za sjetvu kukuruza u standardne redove na razmak od 70 cm korištena je Gaspardo SP4, a za sjetvu u udvojene redove korištena je MaterMacc Twin Row-2 sijačica. U istraživanju su korištena dva hibrida sjemenske kuće DuPont Pioneer, P0023 i P0412. Prinos zrna kod hibrida P0023 u standardnoj sjetvi iznosio je 12882 kg ha<sup>-1</sup> sa standardnom devijacijom od 631,012 i koeficijentom varijacije od 4,90%. Prinos zrna kod hibrida kukuruza P0023 u sjetvi twin row tehnologiji iznosio je 13477 kg ha<sup>-1</sup> ili 4,62% više u odnosu na standardnu sjetvu. U standardnoj sjetvi prinos hibrida P0412 iznosio je 12605 kg ha<sup>-1</sup> sa standardnom devijacijom od 760,952 i koeficijentom varijacije od 6,04%. Prinos hibrida P0412 u sjetvi u udvojene redove iznosio je 13339 kg ha<sup>-1</sup> ili 5,83 % više u odnosu na standardnu sjetvu.

**Ključne riječi:** kukuruz, sjetva, twin row sijačica, prinos

### Uvod

Kukuruz (*Zea mays* L.) je, uz pšenicu i rižu, jedna je od tri vodeće ratarske kulture u svijetu. Uzgaja se na značajnijim poljoprivrednim površinama, a jedan od razloga je tradicionalna i relativno jednostavna tehnologija uzgoja. Sjetva kukuruza na našem prostoru obavlja se na standardni razmak redova od 70 i 75 cm. U novije vrijeme provode se znanstvena istraživanja sjetve kukuruza u udvojene redove, poznate u svijetu kao twin row tehnologija. Ovisno o proizvođačima sijačica, udvojeni redovi zasijavaju se na razmak od 20, 22 ili 25 cm, a središnji razmak susjednih udvojenih redova iznosi 70 ili 75 cm tako da se berba može obaviti sa standardnim beračima za kukuruz. Prema literaturnim navodima koji se mogu pronaći u dijelu znanstvene bibliografije izvođenje sjetve sa tzv. "Twin-Row" tehnologijom započeto je već početkom devedesetih godina u SAD-u kao težnja da se poveća prinos s povećanjem sjetve većeg broja biljaka (sklopa) po proizvodnoj površini (ha). U našem okruženju s navedenim načinom sjetve započinje Čuljat (1986.). Prema navodima istog autora došlo je do znatnijeg povećanja prinosa u svim sjetvama od 6 do 18%. U novije vrijeme rezultate dobivenih prinosa twin row sjetve u odnosu na standardnu sjetvu navode Banaj i sur. (2017.a).

Sjetvom hibrida „P0412“ i hibrida „P0023“ u standardnoj tehnologiji s razmakom redova od 70 cm i u twin row tehnologiji s razmakom udvojenih redova od 22 cm, navode da je hibrid P0023 dao prinos u berbi 13814 kg ha<sup>-1</sup>. Isti hibrid u twin row tehnologiji ostvario je prinos od 15245,67 kg ha<sup>-1</sup> ili 10,35% više u odnosu na standardnu sjetvu. Prinos zrna kod standardne sjetve hibrida P0412 iznosio je 15427,09 kg ha<sup>-1</sup>. U sjetvi twin row tehnologijom prinos je iznosio 17060,65 kg ha<sup>-1</sup> ili 10,59% više u odnosu na standardnu sjetvu. Rezultate prinosa u istraživanju hibrida sjemenske kuće KWS, hibrida iz FAO grupe 380 - Kamparis i hibrida iz FAO grupe 410 - Balasco navode Banaj i sur. (2017.b). Prinos hibrida Kamparis u standardnom načinu sjetve iznosio je 12457 kg ha<sup>-1</sup>, a u sjetvi twin row tehnologijom sa sklopom od 62835 biljaka iznosio je 13712 kg ha<sup>-1</sup> ili 10,07% više u odnosu na standardnu sjetvu. Kod hibrida Balasco zabilježeni prinos iznosio je 14533 kg, ha<sup>-1</sup>, a sjetvom u twin row tehnologiji iznosio je 13718 kg ha<sup>-1</sup> ili 5,6% manje u odnosu na standardnu sjetvu.

### Materijal i metode

Sjetva dva hibrida kukuruza na površinama OPG Jasna Puhar (Đelekovec) obavljena je 22. travnja 2016. sijačicama Gaspardo SP-4 i MaterMacc Twin row-2. U istraživanju su korišteni hibridi Pioneer P0023 i P0412 zasijani u standardnoj sjetvi s razmakom redova od 70 cm i u twin row sjetvi s razmakom udvojenih redova od 22 \* 48 cm. Hibrid P0023 posijan je na teoretski sklop od 63111 biljaka/ha u standardnoj sjetvi te na 66355 biljaka/ha u twin row sjetvi. Sjetva hibrid P0412 obavljena je na teoretski sklop od 63111 biljaka/ha u standardnoj sjetvi te na sklop od 66355 biljaka ha<sup>-1</sup> u twin row sjetvi. Na sjetvenoj površini predkultura je bila pšenica. Gnojdba je obavljena sa 135 kg ha<sup>-1</sup> N, 110 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 125 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Osnovna i dopunska obrada tla bila je konvencionalna, a za zaštitu od korova korišten je herbicid Adengo. Ručna berba kukuruza obavljena je 13. listopada 2016. godine berbom dva reda kukuruza u duljini od 20 m sa četiri ponavljanja. Za oba hibrida kukuruza određen je sklop biljaka po hektaru u vrijeme nicanja, razmak biljaka unutar reda nakon nicanja (cm), prinos (kg ha<sup>-1</sup>) i vlaga zrna (%). Dobiveni podatci obrađeni su u „SPSS 16“ programu, odnosno određena je srednja vrijednost, standardna devijacija te koeficijent varijacije za sve vrijednosti. Odlike tla na lokaciji OPG-a Puhar prikazane su u Tablici 1.

**Tablica 1.** Osnovna kemijska svojstva tla na zasijanoj površini kod OPG Jasna Puhar

Lokacija - OPG Jasna Puhar	Dubina (cm)	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	AL-K <sub>2</sub> O (mg/100g)	HUMUS (%)
46°14'56,50" N - 16°53'34,20" E	0-30	14,23	16,23	1,5

Značajke klime sa automatske meteorološke postaje Koprivnica izmjerene za višegodišnji period (1981./2016.) u periodu vegetacije kukuruza prikazane su u Tablici 2.

**Tablica 2.** Srednje mjesečne temperature zraka (°C) i godišnje količine oborina (mm)

Meteorološka postaja Koprivnica (1981 - 2015.)

Mjesec	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Suma
Temperatura °C	11,6	16,4	19,6	21,5	20,7	16,0	17,4
Oborine (mm)	56,1	73,5	87,6	76,3	81,4	101,7	476,6
2016. godina							
Temperatura °C	12,6	15,8	20,7	22,9	19,9	17,9	18,3
Oborine (mm)	52,5	95,0	76,4	58,0	51,0	56,0	388,9

## Rezultati i rasprava

Rezultati vrijednosti sklopa biljaka po ha u vrijeme nicanja, razmaka biljaka unutar reda nakon nicanja (cm), prinosa (kg) i vlage zrna za oba hibrida su prikazani u Tablicama 3. i 4. U standardnoj sjetvi sa sijačicom Gaspardo SP4 hibrid P0023 u sklopu od 59 818 biljaka ha<sup>-1</sup> nakon nicanja, ostvaren je prinos od 12 882 kg ha<sup>-1</sup> suhog zrna s prosječnom vlažnošću od 22,90%. Twin row sjetva sa ostvarenim sklopom od 60705 biljaka/ha kod istog hibrida polučila je prinos od 13477 kg ha<sup>-1</sup> suhog zrna s prosječnom vlažnošću 22,82%.

**Tablica 3.** Sklop biljaka, razmak biljaka unutar reda nakon nicanja (cm), prinos (kg) i vlaga zrna kod standardne i Twin row sjetvu hibrida P0023.

Hibrid	Sjetva -razmak redova 70 i 22 * 48 cm	Broj biljaka ha <sup>-1</sup> u vrijeme nicanja			Razmak biljaka unutar reda nakon nicanja (cm)		
		x	s.d.	KV (%)	x	s.d.	KV (%)
P0023	Standardna 63111	59818	3595,353	6,01	24,00	3,751	15,63
	Twinrow 66355	60705	6060,304	9,98	46,90	3,845	8,20
Hibrid	Sklop biljaka/ha u berbi	Prinos kg ha <sup>-1</sup>	Statističke vrijednosti prinosa				
			x	s.d.	KV (%)	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
P0023	Standardna 59818	12882	631,012	4,90	12123	13587	
	Twinrow 60705	13477	532,862	3,95	12864	14120	
Hibrid	Sklop biljaka/ha u berbi	Vlaga zrna (%)	Statističke vrijednosti vlage zrna				
			x	s.d.	KV (%)	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
P0023	Standardna 59818	22,90	1,582	6,91	20,60	24,90	
	Twin Row 60705	22,82	1,677	7,35	19,9	23,90	

X – srednja vrijednost, s.d. – standardna devijacija, KV – koeficijent varijacije

Promatrajući srednje mjesečne temperature i količinu oborina za vrijeme vegetacije kukuruza na području Koprivnice, vidljivo je kako su srednje mjesečne temperature u 2016. godini bile nešto više od višegodišnjeg prosjeka za to područje, a ukupna suma oborina manja od prosjeka (Tablica 2.). Standardnom sjetvom hibrida P0412 (58398 biljaka ha<sup>-1</sup> nakon nicanja) ostvaren je prinos od 12605 kg ha<sup>-1</sup> suhog zrna s prosječnom vlagom od 25,47%. Twin row sjetva istog hibrida sa sijačicom MaterMacc Twin Row-2, sa ostvarenim sklopom od 56800 biljaka ha<sup>-1</sup>, ostvarila je prinos od 13339 kg ha<sup>-1</sup> suhog zrna s prosječnom vlagom od 27,90%. Prinos zrna twin row sjetve hibrida P0023 bio je za 4,62% veći u odnosu na prinos ostvaren u standardnoj sjetvi. Dobiveni rezultati slični su vrijednostima koje navodi autor Banaj i sur. (2017.a) od 10,35% kod istog hibrida na drugoj lokaciji istraživanja. Dobivene vrijednosti povećanja prinosa od 5,83% kod hibrida P0412 također su potvrđene od strane istih autora. Dobiveni rezultati istovjetni su podacima koje navodi Blandino i sur. (2013.) u Italiji. Tadić i sur. (2017.) također navode povećanje prinosa dobiven twin row sjetvom od 2,40 do 6,48%. Jurković i sur. (2018.) također potvrđuju povećanje prinosa primjenom twin row sjetve od 3,56 do 7,66%. Rezultate prinosa zrna ostvarenih u sjetvi kukuruza u udvojene redove u vegetacijskoj 2016. godini u bosanskoj posavini u Bosni i Hercegovini, navode Jurković i sur. (2017.). Standardnom sjetvom hibrida P0412 ostvaren je prinos od 15798 kg ha<sup>-1</sup> u procijenjenom sklopu od 60705 biljaka ha<sup>-1</sup>. Sjetvom istog hibrida u udvojene redove ostvaren je prinos od 16671 kg ha<sup>-1</sup> ili 5,53% više u odnosu na standardnu sjetvu. Nešto veći prinosi zrna zabilježen je u sjetvi twin row tehnologijom hibrida BC525 od 13,95% (16613 kg ha<sup>-1</sup>) više u odnosu na standardnu sjetvu (14579 kg ha<sup>-1</sup>) kod procijenjenog sklopa poniklih biljaka od 62658 biljaka ha<sup>-1</sup>. Tadić i sur. (2017.) navode



rezultate prinosa zrna kukuruza ovisno o načinu sjetve uporabom podtlačne sijačice PSK4 OLT za standardni način sjetve i primjenom sijačice MaterMacc TwinRow-2. Hibrid „ZP 488“ ostvario je u standardnoj sjetvi prinos od 14055 kg ha<sup>-1</sup>, te 15028 kg ha<sup>-1</sup> u udvojenim redovima ili 6,48% više od standardnog načina sjetve. Autori navode da je zabilježen prinos zrna kod hibrida „ZP 560“ u standardnom načinu sjetve od 14394 kg ha<sup>-1</sup>. Ostvareni prinos sjetvom u udvojene redove iznosio je 14747 kg ha<sup>-1</sup> ili 2,40% više nego kod standardne sjetve. Kod sjetve hibrida Os 403 u razmak redova od 70 cm ostvaren je prinos zrna kukuruza od 15153 kg ha<sup>-1</sup>, a sjetvom u udvojene redove 15693 kg ha<sup>-1</sup> ili 3,56% više u odnosu na standardnu sjetvu. Prinos hibrida Os 378 u standardnoj sjetvi, kako navode autori iznosio je 13426 kg ha<sup>-1</sup>, a u sjetvi u udvojene redove iznosio je 14455 kg ha<sup>-1</sup> ili 7,66% više u odnosu na standardnu sjetvu. Blandino i sur. (2013.) proveli su ispitivanje twin row tehnologije u Italiji na 12 lokacija. Koristili su hibrid DKC 6815, FAO grupe 600, u sklopovima od 7,5 do 9,5 pa čak i 10 biljaka m<sup>-2</sup>. Dobiveni rezultati ukazuju na povećanje prinosa na 8 lokacija u prosjeku za 5,5%. Povećanje prinosa iznosilo je od 0,6 t ha<sup>-1</sup> (+3,6%) te 0,9 t ha<sup>-1</sup> što je iznosilo povećanje prinosa za 6,2%.

**Tablica 4.** Sklop biljaka, razmak biljaka unutar reda nakon nicanja (cm), prinos (kg) i vlaga zrna kod standardne i twin row sjetvu hibrida P0412

Hibrid	Sjetva -razmak redova 70 i 22 * 48 cm	Broj biljaka ha <sup>-1</sup> u vrijeme nicanja			Razmak biljaka unutar reda nakon nicanja (cm)		
		x	s.d.	KV (%)	x	s.d.	KV (%)
P0412	Standardna 63111	58398	3169,541	5,43	24,43	5,606	22,94
	Twin Row 66355	56800	7590,219	13,36	50,13	6,345	12,66
Hibrid	Sklop biljaka/ha u berbi	Prinos kg ha <sup>-1</sup>	Statističke vrijednosti prinosa				
			x	s.d.	KV (%)	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
P0412	Standardna 63111	12605	760,952	6,04	11746		13548
	Twin Row 66355	13339	608,334	4,56	12654		14235
Hibrid	Sklop biljaka/ha u berbi	Vlaga zrna (%)	Statističke vrijednosti vlage zrna				
			x	s.d.	KV (%)	Najmanja vrijednost	Najveća vrijednost
P0412	Standardna 63111	25,47	2,046	8,03	22,30		27,40
	Twin Row 66355	24,90	1,451	5,83	23,40		26,40

X – srednja vrijednost, s.d. – standardna devijacija, KV – koeficijent varijacije

## Zaključak

Temeljem dobivenih rezultata mjerenih parametara tijekom jednogodišnjeg istraživanja kod oba hibrida, utvrđen je pozitivan učinak primjene twin row tehnologije u odnosu na standardnu sjetvu kukuruza. Povećanje prinosa zrna kod sjetve twin row tehnologijom kod hibrida P0023 za 4,62%, odnosno hibrida P0412 za 5,83%, ukazuje na mogućnost primjene ovog tipa sijačica u odnosu na standardne izvedbe sijačice u proizvodnji kukuruza.

## Literatura

- Banaj, A., Šumanovac, L., Heffer, G., Tadić, V., Banaj Đ., (2017a): Yield of corn grain by sowing in twin rows with MATERMACC-2 planter, International Scientific Symposium: Actual Tasks on Agricultural Engineering, Agronomy faculty in Zagreb; Opatija, Croatia, 141 – 152.
- Banaj, A., Kurkutović, L., Banaj Đ., Menđušić, I. (2017b): Application of MATERMACC twin row - 2 seeder in corn sowing, 10. međunarodni znanstveno-stručni skup "Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša", Vukovar, 180-186.

3. Blandino, M. Reyneri A., Testa G. (2013): Aumentare la produttività del mais con alti investimenti e file binate, 76 Terra e Vita, nr. 7/2013, 76-78.
4. Čuljat, M. (1989): Primjena tehnike za proizvodnju soje s naglaskom na tehniku sjetve i zaštite, Zbornik radova VIII savjetovanja „Biološki, tehnički i organizacijski aspekti unapređenja i proširenja proizvodnje soje u Slavoniji i Baranji“, 154–158 Osijek.
5. Jurković, D., Kajić, N., Banaj, A., Tadić, V., Banaj, Đ., Jović, J., (2017): Twin Row technology maize sowing, Agriculture Symposium “Agrosym 2017, 62-66.
6. Jurković, D., Kajić, N., Banaj, A., Banaj, Đ., (2018): Utjecaj načina sjetve na prinos zrna kukuruza, 53. hrvatski i 13. međunarodni simpozij agronoma 18. do 23. veljače 2018., Vodice, 299-303.
7. Tadić, V., Banaj A., Banaj, Đ., Petrović, D., Knežević, D. (2017): Twin Row tehnology for maize seeding, The third International Symposium on Agricultural Engineering ISAE–2017, Belgrade–Zemun, 20th-21st October 2017, 69-74.

## Application of MaterMacc Twin Row–2 sowing machine in corn sowing on family farm Jasna Puhar

### Abstract

The paper presents the results of the application of corn sowing with standard and Twin Row technology on Family farm Jasna Puhar, Đelekovec. Standard sowing on spacing of 70 cm was conducted with Gaspardo SP4 sowing machine and for twin row sowing with spacing of double rows of 22 cm was used MaterMacc TwinRow–2 sowing machine. In this experiment was used two hybrids of the DuPont Pioneer, P0023 and P0412. The yield of the hybrid P0023 in standard sowing was 12882 kg/ha with the standard deviation of 631,012 and the variation coefficient of 4.90%. The yield of the hybrid P0023 in the Twin Row sowing was 13477 kg/ha or 4.62% more than the yield of standard sowing. The yield of the hybrid P0412 in standard sowing was 12605 kg/ha with the standard deviation of 760,952 and the variation coefficient of 6.04%. The yield of the hybrid P0412 in the Twin Row sowing was 13339 kg/ha or 5.83% more than the yield of standard sowing.

**Key words:** corn, sowing, twin row sowing machine, yield

## Kvaliteta aplikacije mlaznica s ravnim mlazom u krumpiru pri promjeni tlaka i norme aplikacije

Aleksandar Sedlar<sup>1</sup>, Ivan Novčić<sup>2</sup>, Igor Ivanišević<sup>2</sup>,  
Vladimir Višacki<sup>1</sup>, Ondrej Ponjičan<sup>1</sup>, Jan Turan<sup>1</sup>, Veljko Šuša<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Sveučilište u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad,  
Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija*

<sup>2</sup>*AD Zobnatica, Subotički put bb, 24300 Bačka Topola*

### Sažetak

S aspekta primjene pesticida, od najveće je važnosti postići bolju pokrivenost već velike površine listova krumpira. Cima krumpira se grana formirajući gust grm, a penetracija je teška i učinkovitost smanjena. U radu su prikazani rezultati ispitivanja raspršivača sa standardnim mlazom pri promjeni tlaka i brzine aplikacije. Izmjerena je količina depozita na cimi pri utjecaja faktora radne brzine i tlaka što dovodi do promjene norme aplikacije. Najveća količina depozita zabilježena je pri tlaku od 3 bar, brzini kretanja od 8 km/h odnosno normi od 250 l ha<sup>-1</sup> u iznosu od 33,14%. Najmanja količina depozita registrirana je pri istoj normi ali pri radnom tlaku aplikacije od 4 bar i brzini kretanja 10 km/h. Dezintegracija radne tekućine na višim tlakovima je takva da se dobivaju sitne kapi podložne zanošenju uslijed zračne potpore ukoliko je prevelikog protoka i pojačanog vjetra. Kapljice manjeg promjera nisu tolerantne na strujanje zraka te se može očekivati smanjena učinkovitost aplikacije.

Gljučne riječi: depozit, mlaznica, aplikacija pesticida, krumpir, desikacija

### Uvod

Ekonomski opravdana i racionalna proizvodnja krumpira ne može se danas ostvariti bez suvremenih mjera njege, zaštite i agrotehnike uopće, što zahtijeva kvalitetnu opremu i suvremene strojeve (Bugarin i sur., 2016.). Posebno su strogi zahtjevi zaštite u proizvodnji sjemenskog krumpira. U pogledu mehanizirane kemijske zaštite u odnosu na naše najraširenije kulture (kukuruz, pšenica), krumpir je daleko zahtjevniji. U posljednje vrijeme i na našem tržištu prisutni su suvremeni strojevi, visokog učinka i mogućnosti kao što su: traktori sa specijalno visokim klirensom, adaptirane traktorske prskalice, prskalice sa zračnom podrškom, suvremeni raspršivači najnovijih generacija (injektorski, anti drift i drugi). Ovi strojevi imaju mogućnost kretanja i kvalitetnog rada u visokom i gustom usjevu krumpira (ili drugim usjevima), sa velikom biljnom masom (kraj vegetacije), čak i u nepovoljnim vremenskim uvjetima (intenzivniji vjetar).

Novije tehnologije proizvodnje krumpira podrazumijevaju da se kora krumpira formira čim se završi period intenzivnoga porasta gomolja, a prije početka spremanja gomolja za lošije uvjete. Što je duže cima zelenija u toku sezone i povoljnih vremenskih uvjeta to će prinos biti veći i bolji. Čim se vremenski uvjeti naglo promjene, često se događa da se ne formira kora dovoljne de-

bljine kako bi se zaštitile gombe od patogena, insekata i štetočina prvo u tlu, a zatim u skladištu (Zottareli i sur. 2015.). Stoga za ujednačenije formiranje kože, koja će biti tolerantan na trenje, vrlo je važno izvršiti desikaciju krumpira (Bohl, 2003.). Desikacija se obavlja od 7 do 21 dan prije vađenja. Predstavlja bitnu agrotehničku operaciju u proizvodnji krumpira jer će se na taj način gomolj zaštititi od patogena, a vađenje će biti olakšano i jednako kvalitetno (Schweers i sur. 2015.). Kempenaar i Struik (2008.) navode da je desikacija od vitalnog značaja, jer su gubitci u industriji čipsa smanjeni.

Mehanički, kemijski i kombinirani način (mehanički i kemijski) su široko prihvaćeni načini uklanjanja i uništavanja cime krumpira. Mehanički način uklanjanja cime je spor i skup s obzirom na veliku količinu zelene tvari koja može izazvati razvoj patogena uslijed truljenja između grebena. Mali eksploatacijski učinci su također problem. Kee i Mulrooney (2004.) navode da je desikacija kao kemijska metoda uklanjanja cime više primjenljiva, efikasna i mnogo ekonomičnija u odnosu na mehanički način. Metoda kemijskog uništavanja cime krumpira sastoji se od aplikacije herbicida radi desikacije (isušivanja) cime krumpira. Primjenjuju se različiti kemijski desikanti koji se dijele po brzini djelovanja na spore (14-21 dan), srednje (7-14 dana) i brze (1-7 dana). Neophodno je izbjegavati aplikaciju kada je toplo i suho vrijeme kao i hladno i vlažno vrijeme. Poželjna je upotreba okvašivača. Ukoliko je toplo i suho, izvršiti navodnjavanje, a nakon toga aplikaciju herbicida. Za bolje rezultate, desikacija se može vršiti podijeljena u dva puta (split aplikacija) u intervalima od 5 do 7 dana. Odlaganje desikacije uslijed vremenskih neprilika ili kašnjenje organizacijskog karaktera, ukazuje na pojavu početka gubljenja kvaliteta gomolja Makani (2015.). Pri neodgovarajućim vremenskim uvjetima potrebno je smanjiti dozu herbicida, a u split aplikaciji ne prekoračiti maksimalnu ukupnu dozvoljenu dozu. Ukoliko se zbog vremenskih ili organizacijskih problema ne ispune agrotehnički rokovi kemijske metode, neophodno je dodatno izvršiti mehaničko uklanjanje cime uz pomoć rotacione sitnilice. Obje operacije zajedno predstavljaju kombiniranu metodu uklanjanja cime.

S aspekta aplikacije pesticida, od velike je važnosti postići što bolju pokrivenost već ionako velike lisne površine. Cima krumpira se grana formirajući gust grm te je penetracija otežana, a efikasnost smanjenja. Spomenuti okvašivači mogu povećati efikasnost aplikacije. O efikasnosti aplikacije govore Zhang i sur. (2011.) navodeći da pri aplikaciji samo 1% pesticida ima efekt, dok ostalih 99% završi na neciljanim površinama kao što su tlo, voda, atmosfera i biva apsorbirano od različitih organizama. Syngenta navodi raspršivači specijalne namjene za desikaciju krumpira. Zadatak rada bio je predstaviti desikaciju krumpira prskalicom sa zračnom potporom. Korišteni su raspršivači koji imaju ravni mlaz pri različitim eksploatacijskim parametrima, radnim tlakom, brzinom kretanja odnosno normom aplikacije. Cilj rada predstavlja utjecaj brzine i radnog tlaka odnosno norme na kvalitetu aplikacije pesticide u krumpiru.

### **Materijal i metode**

Aplikacija je obavljena na parceli AD Zobnatica u Bačkoj Topoli na lokaciji 45°51'51.5"N 19°39'47.9"E. Desikacija je izvršena prskalicom Hardi Komander 3300 (Hardi Commander 3300). Prskalice je opremljena krilima radnog zahvata 18 m i membranskom pumpom kapaciteta 280 l/min. Trostruki nosači raspršivača na granama prskalice nose raspršivače Hardi ISO F 11002, Hardi ISO F 11003, Hardi ISO F 11004. U testu su korišteni raspršivači Hardi ISO F 11004. Grane prskalice imaju paralelogramsku vezu sa nosećom ramom odnosno šasijom te kopiraju teren. Dva ventilatora omogućuju dovoljno zraka za zračnu potporu. Kapacitet oba ventilatora je 2000

m<sup>3</sup>/h/m. Kapacitet glavnog spremnika je 3300 l, a spremnik za ispiranje je 500 l. Postavljen je spremnik za pesticide, odnosno spremnik za sipanje i miješanje pesticida.

Raspršivači Hardi ISO F 110-04 su tradicionalni raspršivači ravnog mlaza. Proizvođač ih definira kao raspršivače za sve tipove aplikacije pesticida gdje se traži vrlo dobra pokrivenost. Navodi se da će raspršivači dati odličnu uniformnost distribucije pri visini krila od 0,4 do 0,7 m. Izrađeni su od termoplastike.

Cima krumpira bila je polegnuta, visine oko 0,5 m, a u krumpiru je bila prisutna visoka ambrozija. Lišće je preko 50% suho te je penetracija pesticida bolja u nižim slojevima. Pokus je podeľjen na dva dijela. Kod prvog dijela pokusa vršena je promjena brzine kretanja, a tlak aplikacije pesticida je ostao isti. Drugi dio pokus se odnosio na promjenu tlaka dok je brzina kretanja ostala ista. Na ovaj način su se dobijale iste norme tretiranja gdje su se mijenjale radne brzine, a tlak ostao konstantan (prvi dio pokusa) dok se u drugom dijelu vršila izmjena tlaka a brzina je bila konstantna. Brzina kretanja u prvom dijelu pokusa bila je 8 km/h, 10 km/h i 12 km/h (sa manjim odstupanjima). Pri datoj brzini ostvarena je norma od 150 l/ha, 200 l/ha i 250 l/ha u prosjeku pri pritisku od oko 3 bar. Nakon toga, drugi dio pokusa se realizirao pri brzini od 10 km/h pri čemu je mijenjan tlak na 2 bar, 3 bar i 4 bar (sa manjim odstupanjima). Na ova dva načina su dobivene iste norme ali pri promjeni dva čimbenika. Prvi čimbenik predstavlja radnu brzinu gdje je vršeno mjerenje utjecaja brzine kretanja na kvalitetu aplikacije pesticida. Drugi faktor je tlak, te je mjeren utjecaj tlaka na kvalitetu depozicije radne tekućine

Za određivanje količine nanosene tekućine na ciljanu površinu koristi se tragač. Upotrebom tragača dobivaju se korektniji podaci o količini aktivne tvari dospjele na ciljanu površinu. Ova metoda mjerenja predstavlja jeftinu i laku metodu za razliku od kemijskih metoda za određivanje depozita kemijskih sredstva za zaštitu bilja na tretiranoj površini. Trejser (naziv grupe za više kemijskih spojeva) predstavlja spoj koji fluorescira pod utjecajem svjetlosti određene valne duljine. Korišteni tragač briljantno plavo je dobro poznat kao umjetna boja sintetičkog porijekla. Rastvara se u vodi i boji je u plavo. Najčešće se prodaje kao rastvor, ili u čvrstom, praškastom obliku sa sadržajem boje od 89%. Koristi se u količini od 0,3% do 1% u zavisnosti od ispitivanja. Pod utjecajem svjetlosti se degradira, a reagira različito sa promjenom pH vode. Karakteristika ovog tragača je što je lak za upotrebu i nije toksičan pri manipulaciji. Nedostatak je spomenuta degradacija uslijed utjecaja sunčeve svjetlosti. Miješa se izravno u spremnik sa vodom. Ne reagira sa kemikalijama kojima je kontaminirana prskalica, a tijekom aplikacije potrebno je adekvatno oprati prskalicu ili stroj za zaštitu bilja. Najčešće se koristi za određivanje kvalitete depozicije, mjerenje zanošenja ili nivoa kontaminacije operatora, odnosno okoliša u kojoj se primjenjuje.

Nakon aplikacije pesticida vršeno je prikupljanje uzoraka. Uzorci su prikupljeni uz pomoć čašica u kojima je bio rastvarač trejsera. Uz pomoć čašica, sa površine listova cime krumpira ispiran je trejser. Odabrani su listovi sa gornjeg dijela cime i bočnih strana. Rastvarač je pH stabilizirana destilirana voda. Kao trejser korišten je Brilliant Blue (Brilliant Blue) u koncentraciji od 0,5 %. Koncentracija na površini lista odnosno u čašici očitana je pomoću spektrofotometra Shimadzu UV-Vis 1100 na valnoj duljini od 595±2 nm ili 630±2 nm. Točnije, na spektrofotometru je očitana apsorbancija te se uz pomoć krive koncentracije dobila informacija o količini preparata na listu. Sva ispitivanja su izvedena s vodom čija je pH reakcija blago kisela i iznosila je 5,7.

Temperatura zraka iznosila je 25oC. Vlažnost zraka bila je oko 67%. Vjetar jačine 4-7 m/s imao je pravac poprečno na kretanje traktora. Zračna podrška bila je podešena na 75% maksimalnog kapaciteta odnosno, 1500 m<sup>3</sup>/h.

## Rezultati istraživanja sa raspravom

Dobiveni rezultati prikazani su u tablicama 1 i 2. U Tablici 1. prikazani su postotni iznosi količine depozita koji se nalazi na cimi krumpira pri konstantnom tlaku aplikacije. Promjenljiva je bila radna brzina da bi se postigle različite norme od 150 l/ha, 200 l/ha i 250 l/ha. Od ukupne količine depozita koja je trebala biti na cimi krumpira, dospjelo je 33,14% pri brzini kretanja od 8 km/h i postignutoj normi od 250 l/ha. Sa manjom normom, depozit će biti manji, u količini od 28,2% odnosno 24,82% pri najmanjoj ispitanoj normi od 150 l/ha. Pri istoj normi, neujednačenost aplikacije iznosi 18,52% dok pri normi od 250 l/ha koeficijent varijacije iznosi 9,99%.

**Tablica 1.** Količina depozita na cimi krumpira pri konstantnom tlaku.

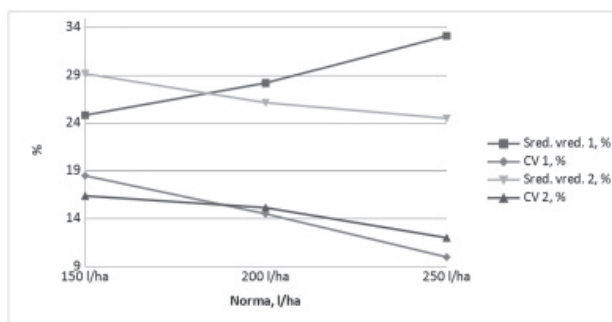
Tlak, bar	3		
Brzina, km/h	12	10	8
Norma, l/ha	150	200	250
Srednja vrijednost, %	24,82	28,20	33,14
Standardna devijacija, %	4,60	4,09	3,31
CV, %	18,52	14,52	9,99

U Tablici 2. prikazane su vrijednosti depozita pri mjerenju kada je brzina kretanja bila konstantna, 10 km/h. Pri tlaku od 2 bar, količina depozita iznosila je 29,16%. Pri većim normama depozit je bio 26,13% (200 l/ha) odnosno 24,49% (250 l/ha). Koeficijent varijacije bio je veći od 12% pri svim radnim tlakovima. Pri najnižem tlaku aplikacije, koeficijent varijacije iznosio je 16,41% dok je pri tlaku od 3 bar iznosio 15,17% odnosno 12,01% pri tlaku aplikacije od 4 bar.

**Tablica 2.** Količina depozita na cimi krumpira pri konstantnoj brzini

Brzina, km/h	10		
Norma, l/ha	150	200	250
Tlak, bar	2	3	4
Srednja vrijednost, %	29,16	26,13	24,49
Standardna devijacija, %	4,78	3,96	2,94
CV, %	16,41	15,17	12,01

Na slijedećem grafikonu prikazana je ovisnost depozicije i norme, odnosno tlaka. Prikazane su srednje vrijednosti depozita i koeficijent varijacije za oba slučaja ispitivanja.



**Grafikon 1.** Prikaz utjecaja tlaka i brzine na količinu depozita: 1 – količina depozita pri promijeni brzine kretanja; 2 – količina depozita pri promijeni tlaka;

Registrira se da pri brzini kretanja ima utjecaja na količinu depozita jer se sa smanjenjem brzine količina depozita povećava (krivulja Sred. Vred. 1, %). U oba slučaja koeficijent varijacije se smanjuje pri povećanju norme. To objašnjava da će veća norma aplikacije dati uniformniju distribuciju radne tekućine. Tlak također ima utjecaja na količinu depozita, odnosno efikasnosti aplikacije. To se uočava preko krivulje Sred. Vred. 2 gdje sa povećanjem tlaka količina depozita opada. Razlog tome je povećanje zanošenja uslijed sitnijih kapljica što je potvrdilo više istraživača u svojim radovima (Nuyttens i sur., 2017.; Nuyttens i sur., 2011.; Gil i sur., 2014.; Gil i sur., 2015.). Posebno je izraženo zanošenje uslijed povećane brzine zraka bez obzira na prisustvo zračne potpore.

### Zaključak

Tradicionalni raspršivači sa ravnim mlazom još uvijek su prisutni u praksi iako su vremenski uvjeti postali lošiji. Količina depozita se značajno mijenja pri promjeni tlaka i brzine kretanja. Posebno, brzina kretanja ima veliki utjecaj na kvalitetu aplikacije. Povećanjem tlaka smanjuje se količina depozita na cimi krumpira. Dezintegracija radne tekućine na višim tlakovima je takva da se dobivaju sitne kapi podložne driftu uslijed zračne podrške ukoliko je prevelikog protoka i pojačanog vjetra. Najveća količina depozita zabilježena je pri tlaku od 3 bar, brzini kretanja od 8 km/h odnosno normi od 250 l/ha u iznosu od 33,14%. Najmanja količina depozita zabilježena je pri istoj normi, ali tlaku aplikacije od 4 bar i brzini kretanja 10 km/h. Kapljice manjeg promjera nisu tolerantne na zračno strujanje te se može očekivati smanjena efikasnost aplikacije.

**Napomena:** *Ovaj rad je dio istraživanja na projektu TR 31046: „Unapređenje kvaliteta traktora i mobilnih sistema u cilju povećanja konkurentnosti, očuvanja zemljišta i životne sredine“ (2011-2018), koji financira Ministarstvo za nauku i prosvjetu Republike Srbije.*

### Literatura

1. Bohl, W.H. 2003. "Harvest management." In potato production systems. J.C. Stark and SL Love (eds.). University of Idaho and Idaho Center for Potato Research and Education. p. 345–361.
2. Bugarin R, Sedlar A, Višacki V. (2016): Tehnika za mehnizovanu zaštitu krompira: Biljni lekar, 44(1), 17-25.
3. Gil, E., Balsari, P., Gallart, M., Llorens, J., Marucco, P., Andersen, P. G., et al. (2014). Determination of drift potential of different flat fan nozzles on a boom sprayer using a test bench. *Crop Protection*, 56, 58-68.
4. Gil, E., Gallart, M., Balsari, P., Marucco, P., Almajano, M. P., & Llop, J. (2015). Influence of wind velocity and wind direction on measurements of spray drift potential of boom sprayers using drift test bench. *Agricultural and Forest Meteorology*, 202, 94-101.
5. Makani, M.N., S.A. Sargent, L. Zotarelli, D.J. Huber, C.A. Sims. 2015. "Irrigation method and harvest time affect storage quality of two early-season, tablestock potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars." *Scientia Horticulturae* 197, 428–433.
6. Nuyttens, D., De Schampheleire, M., Baetens, K., Brusselman, E., Dekeyser, D., & Verboven, P. (2011). Drift from field crop sprayers using an integrated approach: Results of a five-year study. *Transactions of the ASABE*, 54(2), 403-408.
7. Nuyttens David, Zwertvaegher Ingrid K.A., Dekeyser Donald (2017): Spray drift assessment of different application techniques using a drift test bench and comparison with other assessment methods. *Biosystems Engineering*, 154(2017):14 -24.
8. Schweers, V.H., R.E. Voss, K.G. Baghott, H. Timm, J.C. Bishop, D.N. Wright. undated2015.n.d. Potato Harvesting. Davis: California Cooperative Extension. Available at: <http://vric.ucdavis.edu/pdf/POTATOES/potatoharvesting.pdf> (Accessed: 01/11/2015)
9. Suslow, T., and R. Voss. 2015. "Potato, early crop: recommendations in maintaining postharvest quality." *Postharvest Technology Univ. of Calif, Davis CA*. <http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/PotatoesEarly/> (Accessed: 01/11/2015)

10. Zotarelli, L., P. Dittmar, P.D. Roberts, S.E. Webb. 2015. Potato Production in Florida. In: Vegetable Production Handbook for Florida 2015–2016. HS733. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural sciences. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/CV/CV13100.pdf>. Accessed 01/11/2016.
11. Zhang E J, Jiang F B, Ou F J. (2011): Proceedings of International Academy of Ecology and Environmental Sciences, 1(2),125-144.

## Flat fan nozzle application quality in potatoe field due to pressure and norm changing

### Abstract

From the aspect of pesticide application, it is great importance to achieve the best possible coverage of already large potatoes leaf surface. Potato vines forming a thick bush and penetration is difficult and appears reduced efficiency of pesticide application. The paper presents test results of a sprayer with a standard flat fan nozzles under changing pressure and application speed. Amount of deposit was measured at the influence of the operating speed and pressure factor, which leads to a change in the application rate.

The largest amount of deposits was recorded at a pressure of 3 bar, at 8 km/h speed, or with norms of 250 l/ha in the amount of 33.14%. The smallest amount of deposits is registered at the same norm of application, but in case of application pressure of 4 bar and 10 km/h speed. Working fluid disintegration at higher pressures is produces such that small drops which are susceptible to drift due to air support if there is excessive flow and increased wind. Small diameter droplets are not tolerant to any kind of wind which goes to reducing in pesticide application efficiency is expected.

**Key words:** deposition, nozzle, pesticide applications, potatoes, desiccation.



## Analiza separacije kombajna u žetvi pšenice

Jan Turan<sup>1</sup>, Vladimir Višacki<sup>2</sup>, Aelksandar Sedlar<sup>2</sup>, Pavol Findura<sup>3</sup>,  
Kristof Koloman<sup>3</sup>, Patrik Burg<sup>4</sup>, Vladimir Masan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija

<sup>3</sup>Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering,  
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak Republic

<sup>4</sup>Faculty of Horticulture, Mendel University in Brno, Valtická 337, 691 44 Lednice, Czech Republic

### Sažetak

Pšenica je jedna od najčešće uzgajanih poljoprivrednih usjeva širom svijeta. Primjena kombajna olakšava postupak žetve i ubrzo ga, a pritom čuva kvalitetu i kvantitet zrna. Pravilnim odabirom kombajna i njegovom prilagodbom, kao i pravilnim odabirom vremena za žetvu, smanjuju se gubitci zrna tijekom žetve. Dvije konstrukcije vršidbene komore su trenutno aktualne u svijetu i kod nas. Prva je konvencionalna gdje masa ulazi tangencijalno, a druga je aksijalna vršidbena komora. Kod aksijalne vršidbene komore pokošena masa ulazi aksijalno u sklop bubnja i podbubnja gdje se obavlja izvršaj. U ovom radu su prikazani rezultati dobiveni analiziranjem gubitaka zrna pri ubiranju pšenice kombajna marke Case i Deutz Fahr. Kombajn Case je imao veće gubitke u radu i utrošak strojnog rada u iznosu od 108,72 kWh/ha u odnosu na kombajn Deutz Fahr, 82,16 kWh/ha. Kod strojnog rada po jedinici ubrane mase kombajn Case potrošio je više energije, 6,45 kWh/t u odnosu na Deutz Fahr, 5,478 kWh/t. Samo pravilno podešavanje kombajna sa aksijalnom vršidbenom komorom će dovesti do koristi i to je glavni problem. Konstrukcijsko rješenje izvršajnog sklopa je prikladnije za kukuruz i soju čega ima više u Americi gdje je i proizveden.

**Cljučne riječi:** pšenica, Gubitci u žetvi, žetva, aksijalni izvršaj, tangencijalni izvršaj

### Uvod

Žetva usjeva, prije svega zrnastih plodova poljoprivrednih kultura predstavlja posljednju agrotehničku operaciju u ciklusu agrotehničkih mjera ratarske proizvodnje. Suvremeni univerzalni kombajni ostvaruju visoke učinke. Gubitci i protok mase, kvaliteta oštećenog zrna osnovni su parametri koji uvjetuju učinak kombajna. Ovisno o prethodno opisanim čimbenicima, kod svih kombajna pojavljuju se slične krivulje utjecaja protoka mase na gubitke kombajna. Do određenih vrijednosti protoka gubitci su u tolerantnim granicama, poslije čega intenzivno rastu. Granica prelaska funkcije u nagli porast gubitka ovisi o sortnim osobinama, uvjetima i projektiranom kapacitetu kombajna. Prema Čuljatu M., (1997.), veća propusna moć i manji gubitci kombajna sa aksijalnom u odnosu na radijalnu vršidbenu komoru je prije svega zbog dužeg puta izvršavanja zrna i manje debljine sloja slame u odnosu na sekcijski slamotres. Povećana iskustva konstruktora, dugogodišnja ispitivanja i razvoj

mnogobrojnih proizvođača kombajna, intenzivno ispitivanje u institutima za poljoprivrednu tehniku doveli su do usavršenih strojeva i njihove visoke kvalitete i učinka u različitim uvjetima primjene (Benes i sur. 2014.; Hasani i sur. 2011.). Ipak, korisnici strojeva ne poznaju u potpunosti mogućnost svojih strojeva. Prema Turanu (2003.), uvođenje visokoproduktivnih kombajna nameće neophodne promjene u organizaciji žetve. Ubiranje ploda sa parcele predstavlja najvažniju agrotehničku operaciju u tehnološkom lancu poljoprivredne proizvodnje. Kvaliteta obavljanja ovog zadatka može imati najveći utjecaj na ukupan prihod svakog poljoprivrednog proizvođača jer svaki propust predstavlja direktan i nenadoknadiv gubitak. Stoga ovom zadatku treba pravilno pristupiti. Kroz obuku kombajnera spriječiti moguće nepoželjne ili nepredviđene okolnosti. Kombajni nove koncepcije sa snagom motora više od 200 kW, suvremenim rješenjem hedera za košenje pšenice i usavršenim uređajem za vršidbu i separaciju omogućuju visoki učinak i kvalitetu rada. Opravdanost investicija za nabavu suvremenih kombajna ogleda se u njihovim tehničkim, tehnološkim i ergonomskim kvalitetama. Manji broj potrebnih kombajna po jedinici površine angažira manji broj radnika za rukovanje i održavanje, manja ulaganja u redovno održavanje, rezervne dijelove i tehničko staranje. Poboljšanja u cilju intenzifikacije vršidbe i separacije povećavaju indeks harmoničnosti kombajna (Malinović, 2005.), a koji treba rezultirati povećanim kapacitetom uz manje gubitke i oštećenja ubranog zrna. Neophodno je stvarati uvjete da se ostvari što veći koeficijent iskorištenja tehničke produktivnosti visokoproduktivnih strojeva u eksploataciji. Bez toga sve navedene prednosti suvremenih kombajna neće opravdati investicije.

Imajući u vidu značaj žetve, kao dijela tehnološkog procesa proizvodnje, treba poduzeti sve mjere kako bi se gubitci tijekom samog procesa žetve pšenice sveli na najmanju mjeru. Korištenje univerzalnih kombajna složen je zadatak te ga treba promatrati kroz utjecaj velikog broja faktora i rješavati kao kompleksan problem. To su skupi strojevi, vrijeme korištenja je ograničeno, a uspješan rad zavisi od stanja usjeva, vlažnosti, zrelosti, zakorovljenosti, konfiguracije terena, uvjeta sredine i drugo. U organizaciji rada pri eksploataciji kombajna, osnovno je pitanje kako povećati proizvodnost kombajna i ekonomičnost njegove primjene. Da bi eksploatacija bila na visokom nivou, odnosno sa visokim stupnjem pouzdanosti, neophodno je pripremiti adekvatno kombajn za žetvu (Turan i Lazić, 2003.). Greške u žetvi mogu umanjiti prinos za preko 20%, a kvalitetu zrna za preko 50%. Ukoliko se žetva obavlja poslije pune zrelosti, gubitci u kvaliteti prinosa su veliki. Gubitci nastaju zbog osipanja zrna, a kvaliteta se smanjuje zbog raznih biokemijskih i fizičkih procesa. Višegodišnja istraživanja potvrđuju da je najbolji trenutak za žetvu pšenice kraj faze voštane zrelosti, odnosno kada je sadržaj vlage u zrnu 21-24%. U ovoj fazi je moguća žetva samo ako postoje sušare za dosušivanje zrna. Ova faza zrelosti je najbolja sa aspekta osiguranja usjeva i kvalitete zrna. Ako nema zahtjeva za naknadno dosušivanje zrna, onda se žetva izvodi u fazi pune zrelosti sa 14-15% vlage u zrnu, pri čemu žetvu treba obavljati brzo. Prijevremena žetva žita, krajem mliječne faze zrelosti, smanjuje prinos prosječno za 10%. Zrna su nezrela, šuplja, nenalivena i smežurana. Zakašnjenje žetve, prouzrokuje velike gubitke osipanjem zrna, a nekad i ispiranje hranljivih materija iz njega. Pri žetvi 5 dana poslije nastupanja pune zrelosti gubitci se povećavaju za 4%, 10 dana za 13%, a 20 dana za 26%.

Načelno, s obzirom na tip vršidbenog aparata, postoje dvije osnovne vrste kombajna, tangencijalni i aksijalni. Uzimajući u obzir i druge funkcionalne cjeline kombajna, razvijena su brojna specifična rešenja. U vršidbenom aparatu zrno se odvaja od klasja, oklaska, mahune, te prolazi kroz sloj materijala i podbubnja, i odlazi do uređaja za čišćenje. Zrno može biti neovršeno, izvršeno i izdvojeno. Cilj je da udio izdvojenog zrna, izvršenog zrna koje je prošlo kroz podbubanj, bude što veći, a da oštećenja budu što manja. Kao što je navedeno, razlikuju se dva osnovna tipa vršidbenog aparata, tangencijalni i aksijalni. Osnovni dijelovi tangencijalnog vršidbenog aparata su bubanj i podbubanj. Ubrana masa kreće se po obujmu bubnja u pravcu rotacije, tangira ga, te od toga potiče naziv. Na nekim rješenjima postavlja se ulazni usmjerivački valjak, prednji biter, pa i dodatni bubanj.



**Slika 1** Prikaz tangencijalnog kombajna

Heder odsiječe biljnu masu i dovodi je do vršidbene komore, u kojem se masa vrši između bubnja i podbubnja, te najveći dio zrna propada kroz otvore podbubnja. Po pravilu se na taj način izdvoji preko 80% zrna, zajedno sa pljevicama i usitnjenom slamom. Nadalje se biljna masa odvodi do slamotresa-separatora, na kojem se odvaja izvršeno i nepotpuno ovršeno zrno iz slame, a slama se izbacuje. Zrno koje je propalo kroz podbubanj i ono izdvojeno na slamotresu dovodi se do uređaja za čišćenje. Na njemu se, u strujanju zraka i na sitima, izdvaja zrno, neovršeno zrno, pljeva, sitna slama i ostale primjese. Zrno se odvodi do rezervoara- bunkera, neovršeno vraća u vršidbeni aparat, a ostalo izbacuje.

Aksijalni vršidbeni uređaj manje oštećuje zrno, jer se vršidba u većem dijelu obavlja vršidbom na dužem putu, a manje udarima letava bubnja. Za takav vršidbeni aparat potrebna je veća snaga. Negativno je to što se pri žetvi strnina, posebno u vlažnim uvjetima pri žetvi, slama značajnije usitnjava, te se dodatno opterećuje uređaj za čišćenje. Aksijalni kombajni pogodni su za žetvu kukuruza i soje.



**Slika 2** Prikaz aksijalnog kombajna

Žetveni ostaci, masa koja izlazi iz separatora i uređaja za čišćenje, formira zboj. Ukoliko se, pri žetvi strnih žita slama ne spreša, na kombajnu se koristi sječka za slamu, te uređaji za rasprostranjivanje po širini. To je posebno značajno za kombajne velikog zahvata, kada se rasprostranjuju i žetveni ostaci koji napuštaju uređaj za čišćenje. Time se sprječava nagomilavanje ostataka u redu, što bi ometalo obradu tla i sjetvu. Na suvremenim rješenjima tangencijalnog kombajna primjenjuje se i kombinacija više bubnjeva i podbubnjeva, a na najvećim se umjesto slamotresa, primjenjuje aksijalni separator, slično onome na aksijalnom kombajnu, obično sa dva rotora. Za kombajne koji će se koristiti na brdovitom terenu postoji mogućnost prilagođavanja za radni nagib 10 do 12%, što je posebno značajno za ispravno funkcioniranje uređaja za čišćenje.

Aksijalni vršidbeni aparat ima jedan češće dva, produžno postavljena rotora bubnja. U novije vrijeme, proizvode se i aksijalni vršidbeni aparati kod kojih rotira podbubanj u suprotnom smjeru od bubnja, ali sa malim brojem obrtaja, kako bi se kvalitetnije obavila vršidba. Biljna masa se kreće između prednjeg dijela rotora, bubnja, i podbubnja po zavojnici, duž osi, pa od toga i potiče naziv - aksijalni. Promjer bubnja, za izvedbu sa jednim rotorom je, u zavisnosti od kapaciteta kombajna, 530 do 800 mm, a dužina cijelog rotora (što uključuje i dio za separaciju) 2200 do 4200 mm. Broj obrtaja rotora, bubnja, može se podešavati, raspon je 200 do 1600 o/min. Sa prednje strane rotora nalazi se dio za uvlačenje i raspoređivanje biljne mase po obujmu bubnja. Uslijed toga što je put biljne mase kroz ovakav vršidbeni aparat duži, udio zrna koji se izvrši i izdvoji kroz podbubanj je u njemu veći, a uz pravilno podešavanje, oštećenja zrna manja. Za rad sa aksijalnim vršidbenim aparatom potrebna je veća snaga. Osim prikazane izvedbe aksijalnog vršidbenog aparata, susreću se i drugačije. Na primjer, aksijalni aparat sa tangencijalnim dovođenjem biljne mase, tzv. hibridni. Za oba tipa vršidbenog aparata, za ostvarenje kvalitetnog rada, značajno je da dotok žetvene mase bude što ujednačeniji.

Zadatak ispitivanja je da se dva kombajna različitih izvršaja testiraju na kvalitetu rada pri različitim eksploatacijskim uvjetima. Cilj ispitivanja predstavlja utjecaj brzine na ukupne gubitke kombajna. Promjena brzine će utjecati na promjenu gubitaka na hederu kao jedne cjeline i vršilice odnosno separacije kao druge cjeline.

### Materijal i metode

Ispitivanje gubitaka kombajna pri žetvi pšenice provedeno je u skladu sa ISO 8210. Equipment for harvesting – Combine harvesters- Test procedure, ISO/TC 23/SC 7- Equipment for harvesting and conservation i brzom Metodom za utvrđivanje ukupnih gubitaka kombajna u žetvi pojedinih ratarskih kultura. Kako se radilo po skraćenoj metodi, pojedine točke nisu uzete u obzir. Brza metoda ispitivanja je služila za dobivanje ukupnih gubitaka kod kombajna na licu mjesta. Dobiveni podaci su statistički obrađeni sa  $p=0.05$ . Prema ISO standardu, standardizirana metoda zahtjeva praćenje kombajna i direktno mjerenje gdje se ne mogu isključiti direktni utjecaji operatora, dok brza metoda omogućava indirektno mjerenje gubitaka kombajna u prohodu koji je završio prije određenog vremena. Na ovaj način se sprječava moguć utjecaj operatora na vjerodostojnost dobivenih podataka i informacije o kvaliteti rada kombajna (Turan, 2016., Junsiri, 2009.).

Ispitivanje kombajna se odvijalo na poljoprivrednom kombinatu Beograd na lokalitetu Padinska skela. Tokom ispitivanja kombajni su zaustavljeni i na osnovu prihvaćenih preporuka se vršila korekcija u podešavanju kombajna, visina otkosa, visina i brzina vitla, otvorenost sita i kapacitet odnosno brzina zračne struje.

Uvjeti sredine su bili prihvatljivi po svim ispitivanim parametrima. Stanje usjeva je odlično sa zanemarivim postotkom poleglog usjeva. Samoosipanje usjeva nije zabilježeno ili je bilo na zanemarivom nivou. Uvjeti sredine su bili odgovarajući za dobar i kvalitetan rad kombajna. U Tablici 1. prikazani su uvjeti sredine za vrijeme ispitivanja.

**Tablica 1.** Uvjeti sredine

Datum	5. i 6. srpanj 2013.
Temperatura	27 i 28 °C
Zrak	Umjeren, 1-4 m/s
Usjev	Pšenica
Stanje usjeva	Uspravan, polegao 0,1-0,3%
Karakteristike	Vrlo gust, 541-658 biljaka/m <sup>2</sup>
Biljni ostaci	U zboju, ne raspršeni
Visina otkosa	Nisko 0,2-0,32/1

Tijekom ispitivanja testirani su kombajni Case IH 9230 i Deutz Fahr 6095 HTS. Kombajn Deutz Fahr serije 60 na ispitivanju je imao radni zahvat hedera od 7,2 m. Promjer bubnja kod ovog modela je 600 mm, broj letvi na bubnju je 8 komada i širina bubnja je 1521 mm. Brzina bubnja je varijabilna i kreće se od 420-1250 o/min, sa mogućnošću uključivanja reduktora da se smanji brzina na 210 o/min. Broj letvi kod podbubnja iznosi 15 kom, dok je površina odvajanja 1,13 m<sup>2</sup>. Kombajn posjeduje 6 slamotresa i 6 silaznih stepenica. Površina odvajanja kod slamotresa iznosi 6,7 m<sup>2</sup>, a ukupna površina odvajanja 8,8 m<sup>2</sup>. Zapremina bunkera iznosi 9500 l. Motor koji pokreće kombajn ima zapreminu 7,8 l i snagu 267 KW. Kombajn Case IH 9230 ima aksijalni rotor koga pokreće motor snage 420 kW. Brzina rotora je u opsegu 220-1180 o/min sa 180o zahvatnim podbubnjem. Promjer rotora je 762 mm a dužina 2638 mm. Površina za separaciju iznosi 2,98 m<sup>2</sup> sa dodatnih 6,5 m<sup>2</sup> glavnih sita. Ventilator je podesiv sa brzinom obrtaja od 300 do 1150 o/min. Kapacitet rezervoara je 12330 l.

### Rezultati istraživanja sa raspravom

Kombajn Deutz Fahr je imao različite eksploatacijske parametre kod sorte Renesansa pri brzini od 2,36 m/s i konstantnom radnom zahvatu hedera imao je maseni protok 7,88 kg/s pri tim parametrima je imao loma i neovršenih klasova. Kod hibrida Pobeda pri radnoj brzini od 2,31 m/s, gdje je protok mase bio 22,22 kg/s bilo je također lomljenih klasova i neovršenih zrna. Ovo ukazuje da se povećanjem brzine postižu lošiji rezultati kvalitete zrna pšenice.

**Tablica 2.** Parametri i kvaliteta zrna kod kombajna Deutz Fahr 6095

Sorta	Radna brzina (m/s)	Zahvat hedera (m)	Protok mase (kg/s)	Protok zrna(kg/s)	Kvaliteta zrna
Renesansa	0,83	6,05	7,88	3,63	L
	1,72	6,05	14,36	6,94	L
	2,36	6,05	19,36	9,45	L + NK
Pobeda	1,4	6,05	11,85	5,61	L + NK
	1,64	6,05	14,23	6,50	L + NK
	2,31	6,05	22,22	10,50	L + NK

L – prisustvo loma zrna; NK – neovršeni klasovi.

Gubitci na vršilici kod hibrida Pobeda iznosi 0,54%, a na hederu 0,069% pri brzini od 0,83 m/s, a kod brzine od 2,36 m/s na hederu iznosi 0,69% i vršilici 2,89%. Hibrid Renesansa pri brzini od 1,64 m/s ima gubitke na vršilici 1,51%, a na hederu 0,48%. Gubitci kod kombajna Deutz Fahr na hederu i vršilici se povećavaju sa porastom brzine. Uspoređujući brzinu od 0,83 i 2,36 m/s bilježi se da se gubitci razlikuju za skoro 2% kod sorte Pobeda, dok se kod sorte Renesansa pri brzini od 1,4 i 2,36 m/s primjećuje razlika od 1,2%. Prema tome, na gubitke ne utječe samo brzina već i sorta pšenice.

**Tablica 3.** Gubitci kod kombajna Deutz Fahr

Sorta	Gubitci na vršilici%	Gubitci na hederu %	Brzina kombajna m/s	Ukupni gubitci
Pobeda	0,54	0,06	0,83	0,61
	0,40	0,62	1,72	1,03
	2,89	0,64	2,36	2,57
Renesansa	1,25	0,09	1,4	1,34
	1,51	0,48	1,64	2,00
	1,69	0,55	2,31	2,55

Na parcelama gdje se vršilo ispitivanje kombajna Deutz Fahr i nalazile sorte Renesansa kod koje je vlaga bila 12% i sorta Pobeda kod koje je vlaga iznosila 11,2%, udio zrna sa nečistoćama je bio u opsegu od 327 do 616 g, a samo nečistoće sa lomom su se kretale od 4,9 do 8,1 g, dok je samo lom bio u granicama od 4,2 do 7,7 g. Vrijednost hektolitarske mase kod Pobede bila je 82,1 kg/hl i Renesanse 79,7 kg/hl.

Kombajn Case 9230 radio je na parceli na kojoj je bila posijana sorta Pobeda i imao je konstantan radni zahvat od 8,76 m. Brzina kombajna je bila 1,44 m/s, protok mase je bio 20,05 kg/s, a protok zrna 10,40 kg/s te je pri ovakvim parametrima bilo loma zrna. Sa povećanjem brzine na 1,75 m/s i protokom mase i zrna od 27,07 i 13,95 kg/s pojavili su se i neovršeni klasovi.

**Tablica 4.** Parametri i kvaliteta zrna kod kombajna Case 9230

Sorta	Radna brzina (m/s)	Zahvat hedera (m)	Protok mase(kg/s)	Protok zrna (kg/s)	Kvaliteta zrna
Pobeda	1,44	8,76	20,05	10,40	L
	1,53	8,76	20,41	10,52	L
	1,75	8,76	27,07	13,95	L+ NK

L – prisustvo loma zrna; NK – neovršeni klasovi.

Gubitak na vršilici je iznosio 0,45%, a na hederu 0,02% kod brzine od 1,44 m/s. Sa povećanjem brzine na 1,53 m/s Gubitci na vršilici su iznosili 0,42 % i na hederu 0,038%. Pri brzini od 1,75 m/s gubitak na vršilici i hederu iznosio je 3,23 i 0,04 %.

**Tablica 5.** Gubitci kod kombajna Case 9230

Sorta	Gubitci na vršilici (%)	Gubitci na hederu (%)	Brzina kombajna (m/s)	Ukupni Gubitci (%)
Pobeda	0,45	0,02	1,44	0,48
	0,42	0,03	1,53	0,46
	3,23	0,04	1,75	3,27

Na parceli gdje je radio Case kombajn vlaga je iznosila 11,1%. Masa zrna sa nečistoćama se kretala od 100,5 do 319 g, a udio samo nečistoća je bio od 0,1 do 1,1 g. Hektolitarska masa iznosila je 80,5 kg/hl.

Kombajn Case je imao veći utrošak strojnog rada 108,72 kWh/ha u odnosu na kombajn Deutz Fahr čija je vrijednost iznosila 82,16 kWh/ha, također kod strojnog rada po jedinici ubrane mase kombajn Case se pokazao boljim, 6,45 kWh/t u odnosu na Dutz Fahr čija je vrijednost iznosila 5,478 kWh/t.

## Zaključak

Terensko ispitivanje dva kombajna sa različitim vršidbenim komorama i kapacitetima u vršidbi pšenice ukazuju da usjev ima veliku ulogu u kvaliteti rada. Realizirano ispitivanje se vršilo u pšenici čiji je prinos bio visok, više od 9t ha<sup>-1</sup>. Promjena brzine kretanja kombajna kao i sorata pšenice imali su različit utjecaj na eksploatacijske parametre rada kombajna kao i učinke.

- Deutz Fahr je imao različite eksploatacijske parametre u ovisnosti o sorti. To ukazuje da sa povećanjem brzine postizemo lošije rezultate kvalitete zrna pšenice.
- Sa povećanjem brzine kod kombajna Case na 1.75 m/s i protokom mase i zrna od 27.07 i 13.95 kg/s pojavili su se i neovršeni klasovi.
- Case je ima bolje eksploatacione karakteristike za 15 % od kombajna Deutz Fahr jer se učinak realizirao oko 15 t/ha;

- Sa povećanjem brzine kretanja došlo je do povećanja gubitaka na vršilici i slamotresima Case kombajna sa 1,5 % pri brzini od 2 m/s na 2,6 % pri brzini od 2,62 m/s. Vidi se da se gubitci ne povećavaju linearno već progresivno.
- Posebno se ističe maseni učinak kombajna Case koji je iznosio 54,7 t/h što je za oko 3,5 t više. Ovaj podatak je važan jer je kapacitet aksijalne vršidbene komore glavna prednost u odnosu na tangencijalnu.
- Kombajn Case je imao veći utrošak strojnog rada 108,72 kWh/ha u odnosu na kombajn Deutz Fahr čija je vrijednost iznosila 82,16 kWh/ha, također kod strojnog rada po jedinici ubrane mase kombajn Case se bolje pokazao 6,45 kWh/t, u odnosu na Deutz Fahr čija je vrijednost iznosila 5,478 kWh/t.
- Kombajn Case je imao veće učinke u odnosu na kombajn Deutz Fahr i samim tim se bolje pokazao u eksploataciji, jer nam je cilj da se žetva obavi u što kraćem roku.

Gubici u žetvi pšenice su uvijek prisutni i ne mogu se izbjeći, ali se pravilnom eksploatacijom kombajna mogu svesti na minimum. Broj obrtaja vitla na žitnim kombajnama treba uskladiti sa brzinom kretanja kombajna. Ispitivanja kombajna u različitim uvjetima rada i pri vršidbi različitih sorti daju sveobuhvatni zaključak o eksploatacijskim i kvalitativnim parametrima rada. Istraživanja različitih vršidbenih sustava daje doprinos boljem razumijevanju i razvoju naprednijih sustava kombajna, što je u ovom radu i prikazano.

## Literatura

1. Benes L., Novak P., Masek J., Petrsek S. (2014): John Deere combine harvesters fuel consumption and operation costs. Proceedings of International Conference "Engineering for Rural Development 2014", May 29-30, 2014, Jelgava, Latvia, pp. 13-17
2. Čujat M.; Barčić, J. (1997): Poljoprivredni kombajni, Poljoprivredni institute Osijek, Osijek.
3. Hassani HS, Jafari A, Mohtasebi, SS, Setayesh, AM. (2011): Investigation of grain losses of the JD1165 combine harvester equip with variable pulley and belt for forward travel, American Journal of Food Technology, 6(4), 314-321.
4. Junsiri C, Cinsuwan W. (2009): Prediction equations for header losses of combine harvesters when harvesting Thai Hom Mali rice, Songklanakarin Journal of Science and Technology, 31(6), 613-620
5. Meši M, Malinović N, Kostić M Dulić M. (2012): Uticaj režima rada kombajna na kvalitet ubiranja kukuruza FAO grupe 300. Savremena poljoprivredna tehnika, 38(4):307-316
6. Meši M, Turan J, Lazić V, Popović, V. (2003): Efekti postojeće i savremene mehanizacije u vađenju šećerne repe, Savremena poljoprivredna tehnika, 29 (4), 193- 199.
7. Mostofi M. R. (2011): "Investigation and technical comparison of new and conventional wheat combines performance to improve and modification." Agricultural Engineering Internationaal: CIGR Journal 13(3), 63-66
8. Sheikh Davoodi MJ, Houshyar E. (2010): Evaluation of Wheat Losses Using New Holland Combine Harvester in Iran, American Eurasian Journal of Agriculture & Environment Sciece, 8(1), 104-108
9. Turan J, Lazić V. (2003): Racionalizacija rada žitnih kombajna, Savremena poljoprivredna tehnika, Novi Sad, br. 1-2, (35-40).
10. Turan J. (2004): Capacity of combine in wheat and maize harvesting, Agriculture, 50(4-6), 99-103.
11. Turan J, Višacki V, Burg P, Findura P, Sedlar A. (2012): Ubranje kukuruza u uslovima smanjene vlažnosti. Savremena poljoprivredna tehnika, 38(4), 351-356.
12. Turan J. (2009): Prinos slame sa različitim visinama reza kose lokaliteta Sremska Mitrovica. Savremena poljoprivredna tehnika, 35 (1-2), 52-57.
13. Turan J, Mehndžić R, Malinović N. (2007): Univerzalni kombajni u žetvi semenske soje. Savremena poljoprivredna tehnika, 33(1-2), 76-83.

14. Turan J, Mehandžić R, Malinović N, Kosovac M. (2006): Žitni kombajni u žetvi semenske pšenice. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 32(3-4), 167-176.
15. Turan J, Mehandžić R, Malinović N, Stojanović S. (2006): Primena fleksibilne kose u žetvi soje. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 32(3-4), 177-183.
16. Turan J, Višacki V, Sedlar A, Findura P. (2013): Oil rape harvesting by special adapter. 2nd International Sci. Conf. Soil and Crop Management: Adaptation and Mitigation of Climate Change 26-28. Sept. Osijek, Croatia.
17. Turan J, Mehandžić R, Malinović N. (2007): Oil rape harvesting by adapter for oil rape, *Advances in labour and machinery management for a profitable agriculture and forestry*, 32nd CIOSTA-CIGR Conference Proceedings, Nitra, Slovačka, 662-667.
18. Turan J, Oparnica S, Višacki V, Sedlar A, Burg P, Findura P, Ludin D. (2016): Using quick method for measuring combines losses in wheat harvesting. *Contemporary Agricultural Engineering*, vol: 42(3), 171-180.

## Separation analysis of combine harvester in the wheat harvest

### Abstract

Wheat is one of the most commonly grown crops around the world. The application of the harvester facilitates the harvest process and speeds it up, while preserving the quality and quantity of the grain. By correct selection of the harvester and its adjustment, as well as the correct harvesting time, grain losses during harvesting are reduced. Two constructions of the perforation chamber are currently present in the world and in our country. The first one is conventional where the mass enters the tank, and the other is the axial exclamation chamber. In the case of an axial extermination chamber, the cut mass enters the axial into the drum and bumper assembly where the performance is performed. This paper presents the results obtained by analyzing grain losses when harvesting wheat harvesters of Case and Deutz Fahr. The Combine Case had higher operating and machine labor costs of 108.72 kWh/ha compared to the Combine Deutz Fahr, which amounted to 82.16 kWh/ha. In machine work per unit of harvest, the Case combine consumed more energy, 6.45 kWh/t than the Dutz Fahr, 5.478 kWh/t. Only properly adjusted combine with axial threshing chamber will lead to benefits, and this is the main problem. Technical solution of the axial threshing set is more suitable for corn and soybean that has more in America where combine harvester is produced.

**Key words:** wheat, harvest losses, harvest, axial threshing, tangential threshing





## In memoriam: Roberta Sorić

(Osijek, 29. 11. 1965. - Gezinci, 2. 3. 2018.)

### ***Međunarodni znanstveno-stručni skup „Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša“ ostao bez svoje Prve dame***

**B**anula je jednog dana, gotovo „ujahavši“ onim svojim biciklom u redakciju i, ne zatvorivši ulazna vrata, ushićeno izložila ideju koju je netom prije skovala u društvu „onih svojih znanstvenika.“

„Ajmo organizirati znanstveni skup“, rekla je. Znanstveni – što? Djetinje ushićeno govorila nam je o negativnom odnosu javnosti prema poljoprivrednoj proizvodnji koja se

često smatra jednim od najvećih zagađivača i onečišćivača okoliša, o ulozi znanosti koja bi trebala educirati i prenositi znanja o pravilnoj primjeni agrotehnike, o ulozi medija u promicanju ekologije i zaštite okoliša. Datum održavanja skupa ni u jednom trenutku nije bio upitan – 5. lipnja, Svjetski dan zaštite okoliša. „A 6. lipnja je Agroglasov rođendan, pa ćemo napraviti tulum“, poentirala je Roberta, za tulume uvijek spremna.

Roberta Sorić, rođena Balentović, svijet je ugledala 29. studenoga 1965. u Osijeku. Nakon završenog srednjoškolskog obrazovanja u osječkoj Medicinskoj školi upisala je, zanimljivo, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, gdje je diplomiravši na Odsjeku za žitarice stekla zvanje diplomiranog inženjera poljoprivrede ratarskog smjera.

Od 1992. godine zaposlena je u Glasu Slavonije d. d. kao fotoreporter, jer fotografija je bila njezina strast i velika ljubav još iz školskih dana. Njezin je talent odmah prepoznat, pa je vrlo brzo postala dio stalnog Glasova ratnog tima. Kvaliteta je njezinih fotografija za vrijeme Domovinskog rata, kada je kao ratni izvjestitelj fotoreporter prošla sva bojišta oko Osijeka, bila dijelom mnogih Glasovih naslovnica. Osim kao fotoreporter, Roberta Sorić surađivala je kao novinar i urednik na brojnim posebnim priložima Glasa Slavonije, kao što su Autoglas, Oaza te Ekoglas, koje je inicirala i osmislila, ali i na mnogim drugim.

S obzirom na to da je završila Poljoprivredni fakultet u Osijeku, svoje je zvanje diplomiranog inženjera poljoprivrede povezala s novinarskim zanimanjem kada je 2005. godine prešla u Agroglas, dvotjednik Glasa Slavonije za poljoprivredu, proizvodnju hrane, selo i ljubitelje životinja, čije je kormilo preuzela krajem 2007. godine.

Iako je imala brojne obveze na poslu, Roberta je imala snage i volje nastaviti usavršavanje u struci upisivanjem doktorskog studija. Sveučilišni poslijediplomski interdisciplinarni (doktorski) studij "Zaštita prirode i okoliša" Sveučilišta Josip Jurja Strossmayera u Osijeku upisala je 2006. godine, a 2011. godine na istom je studiju uspješno obranila temu doktorskoga rada pod naslovom "Genetska analiza koncentracije teških metala u lišću kukuruza *Zea mays*". Izrada disertacije bila je pri samom dovršetku. Roberta je i prvi autor jednog izvornog znanstvenog rada koji je indeksiran u referentnoj bazi podataka Web of Science Core Collection, te jednog izvornog znanstvenog

rada u proceedingsu međunarodnog skupa. Prema Google znalcu, ima više od 20 citata. Sudjelovala je na više međunarodnih skupova od kojih se ističu 2nd International Symposium of Trace Elements and Health, održan u Finskoj (od 18. do 20. lipnja 2007., Helsinki) i vrlo ugledni International Plant Nutrition Colloquium XVI održan u Sjedinjenim Američkim Državama (od 26. do 30. kolovoza 2009., Sacramento, Kalifornija) s usmenim priopćenjem. Njezino predavanje u Sacramento pod naslovom "A major gene for leaf cadmium accumulation in maize (*Zea mays* L.)" privuklo je veliku pozornost jer su prvi put javno prikazani rezultati koji upozoravaju na to da je akumulacija kadmija u listu kukuruza kontrolirana samo s nekoliko oligogena, što je vrlo značajno za fiziologiju i oplemenjivanje kukuruza. Ovaj je rad dostupan na internetu i ima 372 pregleda i 121 preuzimanje. Njezina daljnja genetička istraživanja bila su usmjerena i na ekološke implikacije fitoremedijacijskog potencijala kod kukuruza. Pojednostavljeno, bavila se pitanjem može li kukuruz kao robusna i vrlo raširena ratarska kultura u Slavoniji pridonijeti "ozdravljenju" (remedijaciji) poljoprivrednih tala opterećenih teškim metalima.

U naponu stvaralačkog zamaha, s još pregršt razrađenih i nerazrađenih ideja, Roberta nas je napustila jednog ledenog petka, koji je na trenutak zaledio i otkucaje mnogih srca kada se proširila vijest o stravičnoj prometnoj nesreći na cesti D34 između Podravske Moslavine i Gezinaca. Krenula je, kao i nebrojeno puta do tada, na samo još jedan novinarski teren. Ovaj put posljednji.

Ipak, Roberta je i dalje s nama kroz svoja ostvarenja koja nam je ostavila u nasljeđe, među kojima i ovaj njezin skup "sinergije znanosti i proizvodnje", kako je to i sama voljela reći. Hvala Ti, Roberta, za sve inicijative, sve aktivnosti i svu energiju koju si uložila da ovaj skup postane to što jest.

Bila si i ostat češ Prva dama skupa.

## RERTOSPEKTIVA

## Deset godina jednog skupa

**P**rvi znanstveno-stručni skup s međunarodnim sudjelovanjem „Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša“, što će mu postati i trajni naziv, održan je tog povijesnog, 5. lipnja 2008. godine u Vukovaru pod pokroviteljstvom Ministarstva poljoprivrede i Ministarstva zaštite okoliša i energetske učinkovitosti. Suorganizaciju drugog skupa prihvaća Međunarodna organizacija za proučavanje obrade tla ISTRO (International Soil Tillage Research Organisation) i njezina hrvatska podružnica HDPO (Hrvatsko društvo za proučavanje obrade tla) te skup postaje međunarodni. U rad skupa se aktivno uključuju: Poljoprivredni fakultet Osijek, Agronomski fakultet iz Zagreba, Poljoprivredni institut Osijek, Hrvatska agencija za hranu, Savjetodavna služba, Hrvatska poljoprivredna agencija te jedinice lokalne samouprave: Grad Vukovar te Vukovarsko-srijemska i Osječko-baranjska županija.

Tijekom dosadašnjih deset godina na skupu je prezentirano više od četiri stotine znanstvenih i stručnih radova, od čega 47 plenarnih, a u radu skupa sudjelovalo je gotovo 800 znanstvenika iz Hrvatske, Slovenije, Srbije, Bosne i Hercegovine, Mađarske, Francuske, Velike Britanije te ostalih zemalja Europe i svijeta, među kojima i priznati australski znanstvenik hrvatskih korijena, prof. Zed (Zdenko) Rengel, hrvatski akademici Ferdo Bašić i Franjo Tomić, mađarski akademik Gyorgy Varallyay, srpski akademik Dušan Kovačević te Jean Roger-Estrade i Blair McKenzie, vodeći ljudi ISTRO-a.

Skup se u ovih deset godina profilirao u forum na kojem 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 postavljaju se smjernice novih istraživanja. Prezentirani radovi, budući da je poljoprivreda interdisciplinarna proizvodnja, pokrivaju širok spektar tema i upoznaju javnost, ali i neposredne proizvođače s mogućnostima održive poljoprivredne proizvodnje koja ne utječe štetno na okoliš.

Da smo izborom tema pratili aktualni trenutak, svjedoči i naš 7. Međunarodni znanstveno-stručni skup, koji je održan je neposredno nakon velike poplave koja je 2014. godine pogodila Cveferiju, kada smo prvi, u sklopu skupa, organizirali okrugli stol o temi „Poljoprivreda nakon poplave“ na kojem su sudjelovali priznati znanstvenici iz Hrvatske, Srbije, Mađarske i Velike Britanije. Tom je prilikom izneseno niz znanstvenih i iskustvenih zaključaka, preporuka, smjernica i mjera koje treba provesti nakon te prirodne katastrofe.

Iduća, 2015. godina bila je proglašena Međunarodnom godinom tla, što je, dakako, pratio i naš odabir tema, te je na skupu uvodno predavanje održao hrvatski akademik Ferdo Bašić, koji je bio i moderator okruglog stola o temi „Degradacija poljoprivrednih tala uslijed neprikladne agrotehnike i klimatskih promjena“. Već sljedeće godine skupu odazvao i akademik Franjo Tomić. Sve u svemu, u deset smo godina Međunarodnog znanstveno-stručnog skupa ugostili četiri akademika.

Da naš brod plovi punim jedrima potvrđuje i ovogodišnje, 11. izdanje Skupa, s najviše do sada, njih čak 64.

# ZAHVALA



