

# AGRICULTURE IN NATURE AND ENVIRONMENT PROTECTION: proceedings & abstracts 8th international scientific/professional conference

---

Baban, Mirjana; Gantner, Vesna; ...,; Brozović, Bojana; Stipešević,  
Bojan; Jug, Danijel; Jug, Irena; Vukadinović, Vesna; Đurđević, Boris; ...,  
...

**Edited book / Urednička knjiga**

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

*Publication year / Godina izdavanja:* **2015**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:701425>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-06-29**



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](#)



**AGROglas**

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



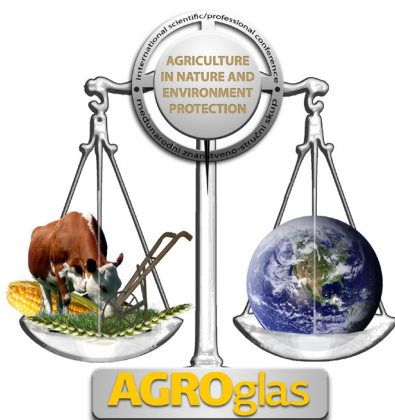
**ISTRO**  
International Soil Tillage Research Organization



**HDPOT**  
Croatian Soil Tillage Research Organization

&

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



**AGRICULTURE IN NATURE  
AND ENVIRONMENT PROTECTION**

Vukovar, 1<sup>st</sup> - 3<sup>th</sup> June 2015.

Published: Glas Slavonije d.d., Osijek

Publisher: Ivan Šimić, ing.

Editors in Chief: prof. dr. sc. Mirjana Baban  
doc. dr. sc. Sanda Rašić

Tehnickal and graphical Editor: Davorin Palijan, dipl. dizajner

Printed by: Glas Slavonije d.d., Osijek

Edition: 150

ISSN 1848-5456

**under the auspices / pod pokroviteljstvom**

PRESIDENT OF THE REPUBLIC OF CROATIA, KOLINDA GRABAR – KITAROVIĆ/  
PREDSJEDNICA REPUBLIKE HRVATSKE, KOLINDA GRABAR – KITAROVIĆ

MINISTRY OF AGRICULTURE / MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE

VUKOVAR SRIJEM COUNTY / VUKOVARSKO-SRIJEMSKA ŽUPANIJA

CITY OF VUKOVAR / GRAD VUKOVAR

OSIJEK BARANJA COUNTY / OSJEČKO-BARANJSKA ŽUPANIJA

POŽEGA-SLAVONIA COUNTY / POŽEŠKO-SLAVONSKA 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



**ORGANIZATION COMMITTEE:**

Ivan Šimić, ing., predsjednik  
Roberta Sorić, dipl. ing.  
Marica Birtić  
Prof. dr. sc. Roger Estrade (FRA)  
Prof. dr. sc. Blair M. McKenzie (UK)  
Prof. dr. sc. Danijel Jug  
Izv. prof. dr. sc. Zvonimir Zdunić  
Prof. dr. sc. Vlado Guberac  
Prof. dr. sc. Tatjana Krička  
Prof. dr. sc. Tomislav Dobranić  
Dr. sc. Marija Vukobratović  
Dr. sc. Tatjana Masten Milek  
Hrvoje Horvat, dr. vet. med.  
Andrea Gross-Bošković, dipl. ing.  
Doc. dr. sc. Boris Đurđević  
Dr. sc. Krunoslav Miroslavljević  
Renata Prusina, dipl. ing.  
Nataša Uranjek, dipl. ing.  
Marija Ravlić, mag. ing. agr.  
Maja Gregić, dipl. ing.  
Dr.sc. Bojana Brozović

**CONFERENCE SECRETARY:**

Tomislav Sekulić, dipl.ing

**SCIENTIFIC COMMITTEE:**

Prof. dr. sc. Mirjana Baban, predsjednik  
Izv. prof. dr. sc. Irena Jug  
Prof. dr. sc. Marta Birkas (H)  
Prof. dr. sc. Pero Mijić  
Doc. dr. sc. Sanda Rašić  
Dr. sc. Aleksandra Sudarić  
Izv. prof. dr. sc. Nikica Prvanović – Babić  
Prof. dr. sc. Ante Ivanković  
Dr. sc. Slavica Antunović  
Prof. dr. sc. Ivica Kisić  
Doc. dr. sc. Domagoj Šimić  
Prof. dr. sc. Bojan Stipešević  
Izv. prof. dr. sc. Vesna Vukadinović  
Prof. dr. sc. Davor Kralik  
Doc. dr. sc. Snježana Tolić  
Dr. sc. Marijana Tucak  
Dr. sc. Tatjana Tušek  
Dr. sc. Milena Simić (SR)  
Prof. dr. sc. Jan Turan (SR)  
Prof. dr. sc. Franc Bavec (SL)  
Prof. dr. sc. Vladimir Smutny (CZ)  
Izv. prof. dr. sc. Renata Baličević  
Dr. sc. Suzana Kratovalieva (MAK)  
Doc. dr. sc. Srđan Šeremešić (SR)  
Izv. prof. dr. sc. Snežana Trivunović (SR)  
Prof. dr. sc. Vladan Bogdanović (SR)  
Doc. dr. sc. Klemen Potočnik (SL)  
Zlatko Mijić, dipl. ing.

Poštovani znanstvenici, dragi prijatelji i cijenjene kolege,

izuzetno smo zadovoljni što već osmi put organiziramo ovaj Međunarodni znanstveno-stručni skup koji za stalnu temu ima poljoprivredu u zaštiti prirode i okoliša. UN je ovu godinu proglasio Međunarodnom godinom tla čime je želio skrenuti pozornost na ovo prirodno bogatstvo čija se vrijednost često zanemaruje. Degradacija poljoprivrednih tala je neprimjetan, ali trajan proces koji za posljedicu ima, između ostalog, gubljenje prirodnih osobina i svojstava tla koja su ga prvenstveno i učinila pogodnim supstratom za uzgoj kultura i hrane. Želeći dati svoj doprinos obilježavanju međunarodne godine tala, u sklopu skupa, organiziramo i okrugli stol koji bi trebao ukazati na modele upravljanja tлом koji će zaštititi i sačuvati njegova prirodna svojstva. Ponosni smo što su se pozivu za sudjelovanje u radu okruglog stola, ali i Međunarodnog znanstveno-stručnog skupa, odazvali akademici, znanstvenici, stručnjaci te dionici lokalnih vlasti iz Hrvatske i zemalja regije. Višegodišnje aktivno sudjelovanje hrvatskih znanstvenih institucija i njihovih djelatnika u radu skupa, nama kao inicijatorima i organizatorima, pruža veliku moralnu satisfakciju. Naime, kad smo prije gotovo deset godina, kao medijska kuća, kroz Agroglas, poljoprivredni dvotjednik, krenuli s inicijativom organiziranja znanstveno-stručnog skupa koji bi povezoao sve grane poljoprivredne proizvodnje, a kao glavnu nit vodilju imao ekologiju, bili smo poput pionira koji imaju viziju, ali tek mali broj istomišljenika. Ponosni smo i zadovoljni što nas danas mnogi slijede sa sličnim inicijativama i manifestacijama jer to znači da smo uspjeli u svom naumu – pokazati da poljoprivredna proizvodnja nije zagađivač, već da pravilna primjena adekvatne agrotehnike može postizati zadovoljavajuće prinose, a pri tome očuvati okoliš i prirodna bogatstva, te biti i izvorom sirovina za dobivanje energije.

I zato vam želim još jednom zahvaliti što ste prepoznali ovaj skup i važnost tema koje obrađuje, jer bez vašeg doprinosa ne bi bilo moguće održati ovaj kontinuitet.

Uz uspješnu prezentaciju rezultata znanstvenih istraživanja želim vam da nađete slobodnog vremena i uživajte u Vukovaru, gradu heroju, koji je smješten u kolijevci panonske civilizacije. Civilizacije koja se ovdje razvila upravo zbog izuzetno kvalitetnog tla, pogodnog za proizvodnju hrane.

Završetak skupa, kao i uvijek, tradicionalno je rezerviran za edukativan posjet ekološkim gospodarstvima, a ove godine vodimo vas u Zlatnu dolinu, Vallis aureu, u organizaciji Požeško-slavonske županije i Poljoprivredno-prehrambene škole iz Požege, gdje ćemo svjedočiti uspješnim primjerima ekološke proizvodnje.

**Ivan Šimić, ing.**

Predsjednik Uprave Glasa Slavonije d.d.

Predsjednik Organizacijskog odbora

# PROGRAM

## PLENARY SECTION

1. **Ferdo Bašić** - Tlo kao jamstvo održivog razvitka Hrvatske
2. **Gyorgy Varallyay** - Soil as potential moderator of extreme hydrological events: drought – flood/waterlogging/over-moistening
3. **Márta Birkás, Igor Đekemati, Zoltán Kende, Ivica Kisić** - Excess water phenomena – long-lasting remediation
4. **Ante Ivanković, Klemen Potočnik, Mirjana Baban, Jelena Ramljak** - Mlijeko kopitara, tehnologija proizvodnje i plasmana
5. **Vesna Gantner** - Livestock and climate change

## SECTION I \* Agro-sustainability / Agroodrživost

1. **Bojana Brozović, Bojan Stipešević, Danijel Jug, Irena Jug, Vesna Vukadinović, Boris Đurđević, Andrej Medvečki** - Utjecaj pokrovnih usjeva na prinose i komponente prinosa kukuruza kokičara (*Zea mays everta* Sturt.) u ekološkom uzgoju
2. **Igor Bogunović, Ivica Kisić** - Utjecaj različitih načina obrade na otpore i vlagu tla na pseudogleju
3. **Sanja Jelić, Ivana Varga** – Proizvodnja i prerada krumpira u Hrvatskoj
4. **Jasna Kraljičak, Vesna Židovec, Željko Kraljičak, Vesna Vukadinović** - Utjecaj kemijskih svojstava tala kućnih vrtna Baranje na boju cvijeta hortenzije (*Hydrangea macrophylla* L.)
5. **Monika Marković, Jasna Šoštarčić, Vladimir Zebec, Marko Josipović, Pero Grgić** - Učinkovitost navodnjavanja kukuruza (*Zea mays* L.) u različitim vremenskim uvjetima
6. **Edita Štefanić, Darko Dimić, Ivan Štefanić, Aleksandra Sudarić, Sanda Rašić, Ivan Gregić, Vesna Kovačević** - Structure of weed community in soybean crop in Vukovar-Srijem County
7. **Edita Štefanić, Ivan Gregić, Ivan Štefanić, Sanda Rašić, Stjepan Pančić** - Determination of the critical period for weed control in soybean crop (*Glycine max* (L.) Merr.)
8. **Dario Iljić, Mirta Rastija, Vlado Kovačević, Monika Marković, Ivan Jemrić** - Prinose i agronomska svojstva kukuruza u ovisnosti o gnojidbi i agroekološkim uvjetima 2010. godine
9. **Goran Jukić, Krešimir Sunjić, Ivan Varnica, Dalija Gašo, Bojan Labudović** - Utjecaj različitih vrsta gnojiva na prinose soje
10. **Andrija Kristek, Ivana Varga, Ana Barišić** - Kasniji rokovi sjetve u proizvodnji šećerne repe 2013. godine
11. **Mirjana Martić, Slavko Poplaša, Nataša Romanjek-Fajdetic, Ljiljana Božić-Ostojić, Slavica Antunović** - Utjecaj gnojidbe na prinose i komponente prinosa soje

## SECTION II \* Biosustainability / Bioodrživost

1. **Slavica Antunović, Vlatka Špehar, Edit Štefanić, Tatjana Haring, Ljiljana Božić-Ostojić** - Tvrdava Brod – oaza bioraznolikosti u središtu Slavonskog Broda
2. **Ljiljana Božić-Ostojić, Slavica Antunović, Branimir Vujčić, Mirjana Martić** - Industrijska konoplja – biljka prošlosti i budućnosti
3. **Slavko Grgić, Jasenka Čosić, Karolina Vrandečić** - Utjecaj eteričnih ulja na gljivične uzročnike bolesti uzgajanih biljaka
4. **Tihomir Kovač, Bojan Šarkanj, Ivica Strelec** - Primjena ultrazvuka za homogenizaciju micelija plijesni *Aspergillus flavus*
5. **Vesna Kovačević, Marin Tomičić, Miren Mulvaj Kopani, Edit Štefanić** - Korovna flora u vinogradima Vinogorja Zapadna Istra

6. **Davor Kralik, Bojan Stipešević, Bojana Brozović, Daria Jovičić, Danijel Jug, Đurđica Kovačić, Robert Spajić** - Korištenje kameline (*Camelina sativa* L.) u proizvodnji bioplina
7. **Pavo Lucić, Anita Liška, Vlatka Rozman, Renata Baličević, Majda Đumlić** - Potencijal uporabe lavandina (*Lavandula x intermedia*) u zaštiti uskladištene pšenice protiv skladišnih kukuca
8. **Draga Mihelić, Jadranka Matić** - Analiza utjecaja gnoja iz industrijskih postrojenja na koncentraciju nitrata u površinskim i podzemnim vodama
9. **Ines Pohajda, Ana Šalinović, Marin Balabanić** - Integrirana ratarska proizvodnja istočne Hrvatske
10. **Sanda Rašić, Edita Štefanić, Ivan Štefanić, Slavica Antunović, Davor Šego** - Medonosne biljne vrste sjeveroistočne Hrvatske
11. **Marko Borić, Emilija Raspudić, Mirjana Brmež, Karolina Vrandečić, Marija Ivezic, Andrija Brkić, Ivana Majić, Anka Sarajlić** - Let kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) na području Osijeka od 1996. do 2013. Godine
12. **Marija Ravlić, Renata Baličević, Ana Peharda** - Allelopathic effects on invasive species giant goldenrod (*Solidago gigantea* Ait.) on wheat and scentless mayweed
13. **Ana Crnčan Ljubica Ranogajec** - Possibilities of applying real options in assessment of economic feasibility of investments in agricultural production
14. **Bojan Marković, Željko Jukić, Antun Jambrović, Damir Jelošek, Ivan Varnica, Mirko Jukić, Zlatko Svečnjak** - Gospodarska svojstva domaćih i „high total fermentable“ hibrida kukuruza za proizvodnju etanola
15. **Sanja Miloš** – Procjena rizika u području biljnog zdravlja
16. **Alka Turalija, Anđelko Vrsaljko** - Čimbenici varijabilnosti širenja titre ozimice (*Eranthis hyemalis*) u perivoju Prandau-Mailath u Donjem Miholjcu nakon sanacije stabala
17. **Renata Baličević, Marija Ravlić, Petar Čuk, Nikolina Šević** - Allelopathic effect of three weed species on germination and growth of onion cultivars

## SECTION III \* New Trends in Livestock / Novi trendovi u stočarstvu

1. **Kristina Cavrić, Baban Mirjana, Boris Antunović, Pero Mijić, Maja Gregić** - Utjecaj rada s konjima na njihov psihofizički razvoj
2. **Marin Kovačić, Zlatko Puškadija, Dinko Jelkić, David Kranjac** - Utjecaj higijenskog ponašanja pčela na populaciju grinja (*Varroa destructor*) u pčelinjoj zajednici
3. **Marko Lađarević, Pero Mijić, Goran Vučković, Tina Bobić, Marcela Šperanda, Matija Domaćinović, Mirjana Baban, Maja Gregić** - Procjena indeksa životnih potreba mliječnih krava na suvremenoj farmi
4. **Drago Solić, Zdravko Barać, Maja Dražić, Vesna Gantner** - Ocjena hranidbenog statusa mliječnih krava na početku laktacije temeljem rezultata kontrole mliječnosti
5. **Nikica Prvanović Babić, Marlena Kelher, Dario Gal, Tugomir Karadjole, Nino Maćešić, Marko Samardžija, Martina Lojkić, Goran Bačić** - Kontrola reproduktivne učinkovitosti konja pasmine hrvatski hladnokrvnjak u uvjetima ekstenzivnog pašnog držanja
6. **Tamara Gregorčič, Klemen Potočnik** - Uzgojno stanje lipicanskog konja u Sloveniji
7. **Franjo Poljak, Mirjana Baban, Maja Dražić, Domagoj Tadić, Martina Čabrajec, Vesna Tomše-Đuranec** - Trendovi u konjogojstvu Republike Hrvatske u razdoblju od 2004. do 2014. godine
8. **Ljuba Štrbac, Snežana Trivunović, Mirjana Baban** - Analiza uzgoja kasača i rezultata kasačkih trka u Srbiji
9. **Kristina Cavrić, Mirjana Baban, Maja Gregić, Vesna Gantner, Boris Antunović** - Stres i stresne situacije kod konja
10. **Petar Levak, Mirjana Baban, Pero Mijić, Boris Antunović, Maja Gregić, Goran Vučković** - Primjena prirodnih metoda treniranja konja (Natural Horsemanship)

11. **Žika Šoronja, Draško Ivanović, Ljuba Štrbac, Miroslav Plavšić, Snežana Trivunović, Tomica Šoškić** - Effect of age at first calving, farm and calving season on milk production traits in Holstein cows in first lactation
12. **Kristina Gvozdanović, Antonela Špehar, Vice Čuljak, Vladimir Margeta** - Razvoj proteomike i njezina primjena u svinjogojstvu
13. **Tatjana Tušek, Jasna Aladrović, Blanka Beer Ljubić, Nidal Korabi, Ante Strmotić, Đurica Kalember, Vedran Nervo** - Utjecaj nadmorske visine na hematološke parametre konja lipicanske pasmine
14. **Đurica Kalember, Tatjana Horvat, Tatjana Tušek, Marijana Vrbančić, Dražen Čuklić** – Varijabilnost količine i sastava mlijeka te broja krava u Republici Hrvatskoj od 2000. do 2013. godine
15. **Dino Lončar, Ana Zelić, Mirjana Baban, Maja Gregić** - Hromost u sportskih konja

## SECTION IV \* Sustainable Plant Breeding / Održivo oplemenjivanje bilja

1. **Ivana Rukavina, Ivan Varnica, Marina Zorić, Luka Drenjančević, Zlatko Mijić** - DUS ispitivanje novih sorti ozimog ječma u Republici Hrvatskoj u razdoblju 2000 - 2014. godine
2. **Tihana Marček, Darko Velić, Mirjana Sabo, Krunoslav Dugalić, Natalija Velić, Ankica Pranjić, Daniela Amidžić Klarić, Ilija Klarić** - Salinity effects on blackberry plants (*Rubus fruticosus* L.) grown *in vitro*
3. **Martina Skendrović Babojelić, Vesna Janjić, Marina Zrilić** - Utjecaj oprašivača na pomološka svojstva i kakvoću plodova jabuke sorte Elstar
4. **Bojan Konstantinović, Nataša Samardžić, Milan Blagojević, Branko Konstantinović** - Influence of *Xanthium strumarium* L. and *Abuthilon theophrasti* Med. extracts on germination of maize and soybean seed
5. **Bojan Konstantinović, Milan Blagojević, Nataša Samardžić, Nemanja Stošić, Branko Konstantinović** - Soil seed bank weeds in wheat and maize in Mačva region, Serbia
6. **Renata Iličić, Slobodan Vlajić, Jelica Balaž, Vladislav Ognjanov** – Effect of some fungicides on development of *Cytospora* spp. isolates *in vitro*

## SECTION V \* Machinery in Agriculture / Mehanizacija u poljoprivredi

1. **Đuro Banaj, Vjekoslav Tadić, Davor Petrović, Dario Knežević, Anamarija Banaj, Goran Heffer** - Ispitivanje tehničkih sustava u zaštiti bilja u Republici Hrvatskoj
2. **Jan Turan, Vladimir Višacki, Aleksandar Sedlar, Pavol Findura, Patrik Burg** - Laboratorijsko ispitivanje kvalitete sjetvenog aparata s nadtlakom
3. **Vladimir Višacki, Snežana Matić Kekić, Nebojša Dedović, Aleksandar Sedlar, Jan Turan, Patrik Burg, Lazar Pavlović** - Matematički modeli za određivanje koeficijenta varijacije poprečne distribucije rasprskivača
4. **Aleksandar Sedlar, Vladimir Višacki, Rajko Bugarin, Jan Turan, Patrik Burg** - Ujednačenost aplikacije pesticida i model promjene koeficijenta varijacije krila pod kutom
5. **Miomir Stojnović, Marcela Andreata Koren, Dražen Čuklić, Željko Horvatinić** - Utjecaj veličine i nagiba parcele na učinkovitost rada strojeva za spremanje krme

# Plenary section



---

---

---



## Uvodno predavanje u povodu međunarodne godine tla

### Tlo kao jamstvo održivog razvitka Hrvatske

akademik Ferdo Bašić, prof. emeritus

*Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb,  
Hrvatska, e-mail: fbasic@hazu.hr*

Kad Veliki poglavica iz Washingtona šalje glas da želi kupiti naše tlo, traži previše od nas. Kako se može prodati ili kupiti nebo i toplina tla? Nama je to posve strano. Svaki je djelić ovoga tla svet mojemu narodu. I ako vam ga prodamo, naše tlo morate čuvati kao svetinju... Morat ćete učiti svoju djecu, kao što smo mi učili našu, da je tlo pod njihovim stopama pepeo njihovih djedova, da nam je tlo majka... Što god snađe tlo, snaći će i djecu toga tla. Pljuje li čovjek na tlo pljuje na sebe. Tlo ne pripada čovjeku - čovjek pripada tlu... Sve su stvari povezane kao krv koja objedinjuje obitelj...

(Odabrani citati iz poznatog pisma poglavice Sealtha, – Washington, 1854. god.)

#### Uvod

Riječi ispod naslova iz pera poznatog indijanskog poglavice krik su nemoći i grčevita poruka vođe naroda koji sluti odlazak svoga naroda sa scene, ali ne razumije logiku moćnih...?

U zaključku dugogodišnjih istraživanja tala Svete zemlje i tala na izvorištima poznatih civilizacija na Zemlji W. C. Lowdermilk iz američke Službe za zaštitu tla (Soil Conservation Service - USA), zapisao je davne 1939. godine „*Da je Mojsije znao što će se dogoditi s tlom Obećane zemlje, u koju je doveo narod Izraela, danas bi imali jednu zapovijed više, a ta, jedanaesta bi glasila; Čuvajte tlo!... i Čovjeka obvezivala na čuvanje tla za svoju djecu, i djecu svoje djece.*“

Jednu od najsnažnijih i najdojmljivijih, rekli bismo i za nas obvezujućih poruka ipak je iza sebe ostavio naš veliki prirodoznanstvenik akademik Gračanin:

*Hrvatski narod u pravom smislu riječi „živi od zemlje“, na svom dijelu pedosfere zasnovao je on svoj život u prošlosti, a izgrađivat će ga i u budućnosti. Tla Hrvatske najveće su blago hrvatskog naroda; nepresušivi su izvor njegovih snaga i temelj hrvatske domovine...*

Poruka je svezremana, nema joj se što dodavati, osim, sukladno s vremenom u kojemu živimo i s „porukom“ naslova ovoga rada: **Tlo je nacionalno blago koje jamči gospodarski, socijalno i okolišno održiv i skladan razvitak Hrvatske. Nema razvijene zemlje bez razvijene poljoprivrede! Poljoprivreda je put koji vodi izlasku iz krize i jamči održivu sutrašnjicu.**

Uistinu, alternative tlu kao prirodnom izvoru nema; tlo je po mnogo čemu jedinstveno blago, ono je simbolično mjesto Početka i Kraja; Rođenja – Smrti... i Uskrsnuća. Jer, u tlu evo upravo sada dok ispisujemo ove retke, u proljeće Međunarodne godine tla na sjevernoj polovici naše Gee buđenjem klica bezbroj milijardi sjemenki počinje Život, kao i u svako novo proljeće. To isto tlo u jesen će u svoja njedra primiti sve ostatke toga života, da bi, njima zahvaljujući i naredno

proljeće ponovo mogao započeti isti, tako složen i tajanstven, a naoko jednostavan ciklus. Tlo je dakle samo po sebi i «kolijevka» i «grobница», ili, kako reče poglavica «pepeo naših djedova», a mi dodajemo; plus i minus, i stvaranje i negacija Života.

Jeste li, drage čitateljice i čitatelji „Agroglasa“ iz nadahnutih poruka Uvodnika Vaše/naše Roberte, sijući svoju oranicu pšenicom, utiskujući u tlo svojega vrta sjemenčicu mrkve ili graška, lukovicu luka, gomolj krumpira, presadnicu rajčice ili paprike, sadeći sadnicu ja-buke, masline, bora ili cijep graševine, blatine,... razmišljali o čudnoj «običnosti» tla da Vam Vaš trud uzvrati prekrasnim darovima – kruhom, povrćem, voćem, sokom, vinom... Koliko «običnosti», a koliko čarobne «neobičnosti»!!! Baš kao što P. Neruda piše kruhu; O kruše, kako si običan, a kako profinjen? Jeste li pomislili, da, koliko ste god puta obavili sjetvu – sadnju, koliko je god sve tom prilikom «bilo slično», nikada to nije bilo «isto» – ni tlo, ni vremenske prilike u vrijeme kada ste s nadom u Dobro obavljali sjetvu ili sadnju, a pogotovo poslije toga...

Citirane riječi poglavice da su «sve stvari povezane» suvremena znanost čita kao već široko prihvaćen, suvremen, cjelovit ili tzv. holistički pristup u proučavanju složenih ekoloških odnosa i sustava u kojima je tlo središnja točka.

Znanstvenici Svijeta koji se bave proučavanjem tla, okupljeni u Međunarodnu uniju tloznanstvenih društava – IUSS (International Union of Soil Sciences) na 16. kongresu održanom u Montpellieru 1998. god. predložili su, a brojne nacionalne udruge i NGO-i prihvatili prijedlog da se utvrdi Svjetski dan tla. Hrvatsko tloznanstveno društvo (utemeljeno 1932. god.) dalo je punu i svesrdnu potporu tom prijedlogu. Rezultat je odluka 68. zasjedanja Glavne skupštine OUN da se 5. prosinca proglasi za Svjetski dan tla, a 2015. godina Međunarodnom godinom tla, koju FAO provodi pod krilaticom; Zdravo tlo za zdrav život! Namjera je ovih odluka podizanje opće svijesti o važnosti tla od postanka (udah Duše u lik oblikovan od tla! Tlo...to smo mi!), preko opskrbe hranom i njene zdravstvene ispravnosti (tlo nas hrani!), skladištenja pitke vode (tlo nas poji!), izgradnje krajobraza (tlo prinosi estetskom ugođaju!) i ekološko regulacijskih uloga. U tom svijetlu, bjelodano je jasno; *održivo gospodarenje tlom temelj je svih sustava gospodarenja u poljoprivredi i izvor opskrbe hranom, vodom, biogorivima i predivom, stabilnosti terestričkih ekosustava i usporavanje klimatskih promjena*. Procesi degradacije tla počeli su nezaustavljivo s počecima poljoprivrede, a intenzivirali se udaljavanjem sustava uzgoja bilja i stoke od prirode.

U svijetlu aktualnih, kaotičnih klimatskih promjena, pitanje zaštite tla za Homo sapiensa postaje pitanje opstanka.

Hrvatski tloznanstvenici - brižnici o tlu, Međunarodnu godinu tla - 2015. će iskoristiti za podizanje svijesti svakog Hrvata o ulogama tla kao nacionalnog bogatstva, a raščlambom poduzetih aktivnosti potaknuti održivo gospodarenje i organiziranu zaštitu - monitoring tla, na konceptu koji je, zahvaljujući EU sredstvima osmišljen i prezentiran donositeljima od-luka (Ministarstvo poljoprivrede RH), koji po običaju, poslovično šute. Tekst priručnika cijelosti je dostupan javnosti na web stranici: <http://www.azo.hr/ZadatakID7Program> i <http://www.azo.hr/TheSoilMonitoring>. Valja nam postaviti i tražiti odgovor na pitanje; Kako se, prvenstveno Donositelji odluka, a i svi mi od poljoprivrednika do akademika odnosimo prema najvećem blagu hrvatskog naroda?

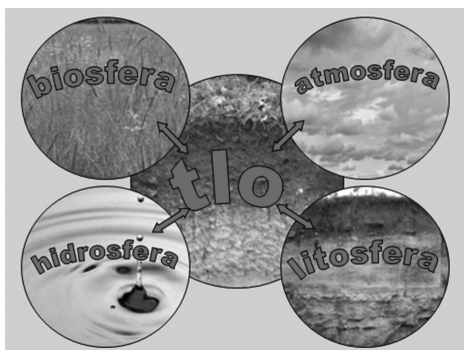
Na istoj crti; stvori li se za to prikladno ozračje, namjera je založiti se da se u obrazovni sustav za predškolsko, školsko (osnovno i srednje) i visoko (sveučilišno i stručno) obrazovanje uključi Minimum znanja o tlu (MZT).



## O tlu

Što je tlo – koje su mu uloge i značaj, treba li mu, i zbog čega, odrediti poseban dan?

Najprije, tlo ili pedosfera predstavlja tanki omotač Zemlje, smješten između Zemljine kore ili litosfere i atmosfere. U usporedbi sa živim organizmom, koja naravno nije bez temelja, imajući napose na umu mišljenje da je «sve povezano», a pod pojmom «sve» ne podrazumijeva samo «sve zemaljsko» već i «univerzum», tlo predstavlja svojevrsnu kožu – epidermu Zemlje. Kao i koža, tlo je i nastalo, a i izloženo djelovanjima «iz vana» – atmosfere, «sa strane» - iz biosfere i hidrosfere, odnosno «iznutra» - iz stijene iz koje je i nastalo - iz litosfere. Nije mu lako, pa i reagira baš kao koža – ponegdje je i katkada osjetljivije, a drugdje i u drugim prilikama nam se čini manje osjetljivim.



„Sve je povezano“ višestrukim vezama



Černozem – „Crni biser hrvatske Panonije“ kod Kneževa u Baranji.

Naravno, tloznanstvenici, baš kao svojevrsni «dermatolozi Zemlje» uglavnom dobro poznaju razloge veće ili manje osjetljivosti na te utjecaje. A nije lako ući u trag tim razlozima – oni su jako brojni, i sve teže predvidljivi!

Tlo nastaje dugim procesima – nikada kraćim od nekoliko desetaka tisuća godina, kao što su primjerice černozemi - naša najplodnija tla u Baranji, oko Dalja i na Vukovarskoj lesnoj ravni zapadnog Srijema, od Klise do Iloka. Tu je, na dubokim naslagama lesa kao najpovoljnijeg supstrata za tvorbu plodnog tla stvoreno najplodnije tlo na Zemlji - černozem. To je pravi „Crni biser hrvatske Panonije“.

Prvak među danas aktivnim hrvatskim pedolozima prof. Husnjak procjenjuje mu površinu na 50 450 ha. O njegovoj plodnosti govori uzrečica: *i dugmad bi na njemu rasla!* Ali se tim riječima i pridodaje; Bolje Božić bez mesa nego bez snijega!...sugerirajući ovisnost o vodi, jer; svaku pahuljicu snijega treba zadržati i „napuniti rezerve“ za beskišno razdoblje. Danas pak – samo navodnjavanje jamči visoke i stabilne prinose!

Na tom tlu su prof. Žugec, prof. Jug i suradnici u pokusu postigli izvrsne rezultate potpunim izostavljanjem obrade!

Pravilno ocjenjujući da se nad ovo tlo nadvija prijetnja „žedi“ dr. Josipović je dokazao visoke učinke navodnjavanja i ukazao na pravi put u gospodarenju na tom tlu, napose danas, kad se

vremenske prilike „otimaju“ svim prosjecima. Fizikalne, kemijske i biološke značajke černozema poslužile su za kreaciju zahvata gospodarenja i na drugim tipovima tala, gdje se pokušava oponašati ono čim nas je Priroda/Svevišnji u černozemu podarila.

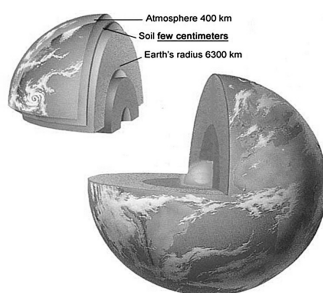
Kako je izvan „slavonske ravni“? U odgovoru na to pitanje valja nam reći kako je neusporedivo „drugačije sreće“ područje naših Dinarida, uzmorja i otoka, građeno pretežito od vapnenaca i dolomita. Tu je za stvaranje tla potrebno otopiti vapnenac koji sadrži samo 1-2 %, nerijetko i manje tzv. netopivog ostatka čijim nakupljanjem nastaje mineralni dio tla. Zamislite: da bi nastalo kilo tla – crvenice (Tera rossa) na tom supstratu mora se otopiti 100 kg kamena, ili za tlo dubine 1 m 100 m stijene. Naš kolega s Rudarsko geološko naftnog fakulteta prof. G. Durn dokazao je kako je za to potrebno milijun do dva milijuna godina, kao primjerice ove crvenice oko Limskog kanala. A za izgubiti crvenicu – „černozem Jadranske poljoprivredne regije“ dovoljno je samo jedan dan neopreza! Hrast čuva to tlo u neravnopravnoj borbi protiv erozije vodom, ali očito neće još dugo. Kao da je u znak „predaje“ korijenje već izložio zraku.

Uloge tla su višestruke. Nabrajajući ih ukratko, trudimo se biti što je moguće razumljivijim za sve čitatelje „Agroglasa“. A to nije lako, naprosto zbog toga što su i te uloge vrlo složene, isprepletene i međusobno ovisne.

No, najprije nam valja reći kako se tlo «otima» inače uobičajenoj podjeli prirodnih izvora – resursa, na obnovljive, dakle one koji se prirodno obnavljaju, i stoga, barem naoko, čine neiscrpnima, kao što je svjetlost, toplina, zrak i voda, i neobnovljive, kao što je ugljen, nafta ili rude, dakle materijali stvoreni u davnoj prošlosti, kojih ima u ograničenim količinama i koji se danas ili ne stvaraju ili se stvaraju u beznačajnim količinama. Ukupna masa tla na Zemlji procjenjuje se na  $3,3 \times 10^{12}$  tona, gubi se znatno brže nego nastaje. Naš prijatelj iz Mađarske akademik Varallyay svrstava tlo u uvjetno obnovljiv prirodni izvor; ono se istina stvara, ali, kako rekosmo, toliko sporo da je količina tla stvorenog u jednom naraštaju beznačajno mala pa „obnova“ izgubljenog tla traje nekoliko naraštaja.

Osim toga, tlo je nezamjenjiv prirodni izvor – nema prirodne tvari koja može zamijeniti tlo. Nadalje, tlo je nepremjestivo i neumnoživo dobro – ima ga baš koliko ga ima, niti se može povećati ni premjestiti pa ga primjerice bogati ne mogu kupiti, pa ga po toj osnovi imati više od siromašnih. Još je jedna izuzetno značajna odlika tla – ono, je, dakako ako se s njim pravilno gospodari – održivo dobro.

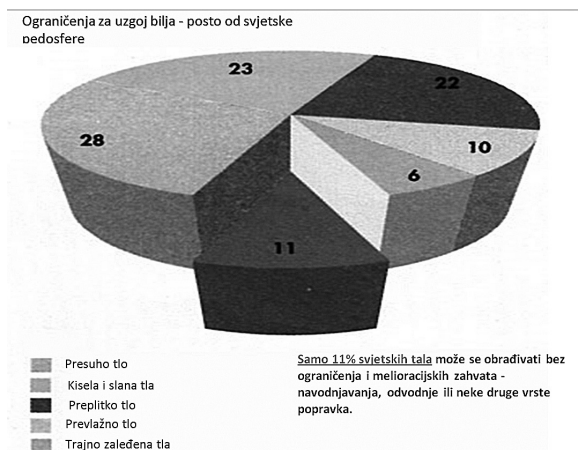
Najznačajnija, nezamjenjiva, prirodna i primarna uloga tla je opskrba biljke vodom, zrakom i hranjivima, što omogućuje fotosintezu. U toj ulozi tlo je nezamjenjiv čimbenik održanja Života i uzgoja bilja u poljoprivredi i šumarstvu. Dakle; TLO NAS HRANI!



Da! Tlo nas hrani i održava Život na Zemlji! I sada zamislite; u beskraju svemira nalazi se naša galaksija – infinitezimalno mala u odnosu na Svemir, u njoj je pak Sunčev sustav jednako tako

sićušan u odnosu na galaksiju, a u njemu naša Gea – Plavi planet Zemlja opet majušni dio koji prima manje od dva milijardita dijela energije što je emitira Sunce, i to nejednako raspodijeljeno – najviše na ekvatoru, a najmanje na polovima. Toj energiji zahvaljujući nastaje tlo koje održava Život, a koje je i samo Život.

Moj prijatelj, poznati „brižnik za tlo“ iz Norveške Arnold Arnoldusen kaže; Soil is Life – Life is Soil! (Tlo je Život – Život je tlo!). Ali, pedosfera, odnosno tlo - taj tanki „plašt“ koji pokriva našu Geu – Zemlju, zbog nejednolikog pritecanja energije i jako velike raznovrsnosti stijena iz kojih nastaje mineralni dio tla, nije homogen. Zbog toga je tlo i u približno jednakim klimatskim uvjetima jako raznoliko. Promatramo li ukupnu pedosferu prikazujemo postotnu zastupljenost tala s važnijim ograničenjima za uzgoj bilja.



Kako se iz prikaza vidi, samo je 12 % kopna s tlima povoljnima za uzgoj bilja u poljoprivredi. Taj dio je naš predak i naselio, pa čini naseljeni dio kopna - antroposferu. Podsjećam, Svjetski sastanak na vrhu u Rimu (1996.) je ocijenio da antroposfera pruža mogućnost proizvodnje dovoljno hrane za nastanjenu populaciju, a na državama su mjere kojima se postiže samodostatnost u proizvodnji hrane.

Sva ostala tla imaju ograničenja od kojih je neka lako, a druga, kao što su primjerice niske temperature, jako teško ukloniti, dakako uz odgovarajuća ulaganja. Problem (globalne gladi) je u tome što zemlje u kojima se ograničenja javljaju nemaju sredstava za rješavanje tih pitanja, a ni resursa privlačnih za suvremene investitore.

Primjerice, samo bi selekcija bilja otpornog na kiselu reakciju i visok sadržaj soli riješila pitanje aktualne gladi ili nedostatne ishrane oko milijardu ljudi u svijetu.

S obzirom na položaj između litosfere i atmosfere, neposredni kontakt s hidrosferom i antroposferom, odnosno biosferom, tlo ima ulogu prijemnika (akceptora) tvari, sakupljača (akumulatora), izmjenjivača (transformatora) različitih onečišćenja. To su tvari koje padaju na površinu iz svemirskog prostora, ili su emitirane iz industrije, prometa, urbanih sredina kao tzv. suha depozicija ili otopljene u vodi kao tzv. «kisele kiše» ili su pak hotimice unijete u tlo kao tzv. agrokemikalija - kemijska sredstva koja se koriste u poljoprivredi – gnojiva, sredstva za zaštitu bilja, stimulatori, lijekovi, itd. Naravno, neke tvari tlo može, a druge ne može zadržati, neke može na dulji rok, a druge nakratko, neke u većim, druge u manjim količinama, a sve te sposobnosti za

sva tla nisu ni približno jednake. U tim ulogama kao pročištač (filter) vode tlo štiti pitku vodu od onečišćenja. Dakle; TLO NAS POJI!

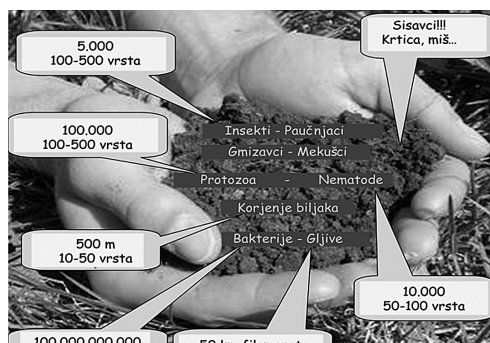
Nadalje, kao izvor CO<sub>2</sub> i drugih plinova staklenika tlo ima važnu klimatsko regulacijsku ulogu. Kako? Tlo je početna i završna karika u lancu biotransformacije organskog ugljika koja završava mineralizacijom mrtve organske tvari i oslobađanjem CO<sub>2</sub>. Premda je ukupni sadržaj organske tvari – humusa u tlu (humosferi) neznatan (1-3 %) humus je nacionalno blago najvećeg značaja. Humus upravlja kemijskim i biološkim procesima, hrana je i energetski izvor mikroorganizmima tla, ili kako bi rekao naš veliki znanstvenik Mihalić „gorivo“ za „biološku vatru“ u tlu kao rekatoru, svojim pozitivnim utjecajem na strukturu tla odlučno utječe na vodozračne i hidrotermičke prilike, odnosno plodnost tla. Sloj humusa na Zemlji ili humosfera je treći po veličini „C-budžet“, koji sadrži 23x10<sup>14</sup> kg (2300 giga tona - Gt - milijardi tona) ugljičnog dioksida, poslije oceana s 38x10<sup>15</sup> kg (38000 Gt) i litosfere s 5x10<sup>15</sup> kg (5000 Gt). Globalno gledajući, ukupna količina organskog ugljika u humosferi je trostruko veća nego u nadzemnoj biološkoj masi: u ekvatorijalnom području podjednaka, a u aridnom – stepskom području deset puta je veća u tlu nego u nadzemnoj masi. Na drugoj strani, „C-budžet“ humosfere-pedosfere u izravnoj je vezi s „C-budžetom“ biosfere (6x10<sup>14</sup> kg = 600 Gt) i atmosfere (77x10<sup>13</sup> kg – 770 Gt). Promjena sadržaja C u humosferi za 1x10<sup>12</sup> kg (1 Gt) odgovara promjeni koncentracije CO<sub>2</sub> u atmosferi za 0.47 ppm. Dakle, porast C u humosferi, (što se može polučiti u gospodarenju tлом) za 1x10<sup>12</sup> kg (1 Gt) smanjuje porast sadržaja CO<sub>2</sub> u atmosferi za 0.47 ppm. Procjenjuje se kako će koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi do sredine ovoga stoljeća porasti za 50 %. Formiranje humosfere odvija se kao vrlo spor pedogenetski proces akumulacije humusa, a traje tisućama godina. U predindustrijskom razdoblju koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi je iznosila 280 ppm (0.028 % ili 6x10<sup>14</sup> kg - 600 Gt), da bi 1998. god. narasla na 365 ppm (0.037 % ili 77x10<sup>13</sup> kg - 770 Gt), a godišnji porast iznosi 0.43 % ili 3,2x10<sup>12</sup> kg (3.2 Gt/god). Povećanju C-atmosfere u razdoblju 1850-1998. najviše su pridonijeli izgaranje fosilnih goriva i proizvodnja cementa, i to za 27x10<sup>13</sup> kg (270 Gt) ugljika. Nema dvojbe da je krčenje šuma i preoravanje prerija i stepa te ekspanzija poljoprivrede u 19. i 20. st., mogla prouzročiti povećanu emisije CO<sub>2</sub> u atmosferu, u količini koja je utjecala na klimatske promjene na Zemlji. Kažemo mogla, jer ne možemo „zdravo za gotovo“ prihvatiti tezu koja klimatske promjene pripisuje čovjekovim djelatnostima, a ignoriraju činjenicu da je u pleistocenu bilo nekoliko zaleđenja i odledbi. Zašto dakle isključiti tezu moga kolege akademika Para da se radi o geološkom procesu izvan čovjekova utjecaja ili s neznatnim utjecajem.

Za ilustraciju; oranične površine USA su uklanjanjem prirodne vegetacije, obradom tih tala i stvaranjem agroekosustava izgubile 3-5x10<sup>12</sup> kg (3-5 Gt) ugljika. Računa se da oko 9 % ukupno emitiranog CO<sub>2</sub> u EU potječe iz poljoprivrede. Naši izračuni koje je vodio moj suradnik Mesić kazuju da je iz tala Hrvatske 1995.god. emitirano 723x10<sup>6</sup> kg CO<sub>2</sub>, a ukupna emisija iz poljoprivrede i industrije koja proizvodi za poljoprivredu (strojevi, gnojiva, zaštitna sredstva) iznosila je 3,6 x10<sup>9</sup> kg CO<sub>2</sub>.

Dodaju li se količini CO<sub>2</sub> koju emitira poljoprivreda i drugi izvori, kao primjerice šumarstvo, kao inače malen i «bezazlen» izvor, «doprinos» Hrvatske kao malene države globalnom „učinku staklenika“ dosta je skroman. Emisija plinova staklenika iz tala Hrvatske postupno pada, sukladno padu broja stoke, proizvodnje i potrošnje organskih i mineralnih gnojiva, a emisija iz poljoprivrednih tala procjenjuje se na 723x10<sup>6</sup> kg CO<sub>2</sub>/god. S druge strane, naša je procjena da se u Hrvatskoj u pasivni oblik ugljika – trajni humus u tlu, godišnje veže oko 225x10<sup>6</sup> kg ugljika!

Recimo još da je temeljem rečenog očito kako zamisli laika o prehrani čovječanstva korištenjem isključivo organskih gnojiva, također vode u bespuće. Jer, ako bi se prema nekom scenariju ta mogućnost ostvarila, «doprinos» poljoprivrede učinku staklenika bi se značajno povećao, pa

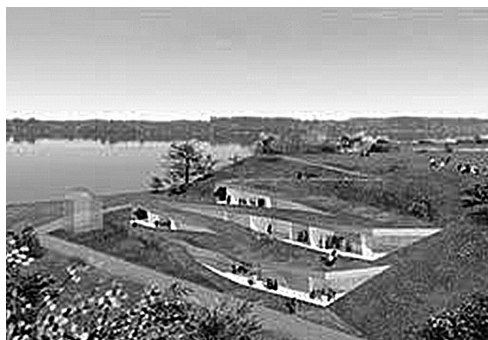
bi se bez posebnih mjera predostrožnosti ubrzale globalne promjene klime, s nepredvidljivim posljedicama po biosferu na Zemlji.



Nadalje, tlo je izvor genetskog bogatstva i zaštite biološkog raznovrsja na Zemlji. Čitateljima „Agroglasa“ sigurno nije poznato da je broj organizama ispod površine tla višestruko veći od onoga kojega vidimo na površini Zemlje. Primjerice; na jednom hektaru dobrog poljoprivrednog zemljišta u površinskom sloju od 20 cm nalazi se preko 20 tona različitih organizama, a jednoj pregršti tla, kako se vidi na priloženoj slici preko deset puta je više mikroorganizama – bakterija i gljiva nego ljudi na cijeloj Zemlji. U zdravom, biološki aktivnom tlu dakle buja raznovrstan život.

U svojoj prostornoj ulozi tlo je „nositelj“ infrastrukture, zatim univerzalni medij za odlagalište otpada, ali naravno; ne svako tlo, ne uvijek i ne u neograničenim količinama. Nadalje, tlo odlučno sudjeluje u oblikovanju krajobraza, koji je opet temelj zavičaju i izvor najplemenitijih osjećaja čovjeka da, kako reče poglavica «pripada tom tlu».

Tlo je nadalje izvor sirovina, primjerice materijala za građevnu industriju (cigla, šljunak pijesak) za metalnu industriju (boksit), supstrata za uzgoj bilja u staklenicima i plastenicima (treset), itd.



I na kraju, ali zbog toga ne manje važno; tlo je povijesni medij, u njega se kao u svojevrsnu bilježnicu «bilježe» tragovi prirodne povijesti i arheološki nalazi, kao svjedočanstvo nazočnosti čovjeka. U ovom kraju, uz obalu Dunava ostali su tako snažni tragovi Vučedolske civilizacije, a nizvodno niz svjedočanstava o privlačnosti toga kraja i uvjetima koji su pretke privlačili. Ovdje, u Vukovaru valja podsjećati na bogatu ostavštinu Vučedolska civilizacija koja poznaje stajski uzgoj stoke, a po razvijenosti - poznavanju matematike i kalendara u ravni je s prvim civilizacijama Mezopotamije.





Na drugoj strani, valja podsjećati na jednako snažnu poruku jedinstvenog krajobraza koji je kreirao naš čovjek u borbi za opstanak na škrtom kršu. Za te krajobraze već se umjesto „landscape“ koristi izraz „anthroscape“. Uistinu, krajobraz na fotografiji djelo je čovjeka, inspirirano golom borbom za opstanak na škrtom, plitkom i skeletnom tlu.



Gornjem krajobrazu primoštenskih gromača stvorenom golim rukama Homo technicus hrvatskog uzobalja i otoka „pridružuje“ i dokaze svoje (sve)moći. Meljući i miješajući goli kamen s ponešto tla i vegetacije priređuje se supstrat za nove vinograde, a stari napuštaju. Nimalo neskromno, a opet isključivo na predjelima s najljepšim pogledima na plavetnilo Jadrana. Tek će vrijeme dati odgovor na pitanje jesu li ti, atraktivni položaji izabrani (samo) zbog zahtjeva loze. Ne bi se reklo!

Usprkos nespornom, opisanom značaju, u Međunarodnoj godini tla, ili baš zbog nje, naša je, i ne samo naša stvarnost da je tlo je malo poznato običnom čovjeku. Naša se djeca od najmanjih nogu, od vrtića, uče raspoznati različite biljke, životinje, kukce, i dr., a jako, jako malo o tlu. Koji su razlozi? Jedan od razloga je što je za poznavanje tla potrebno iskopati jamu (pedološki profil) do dva metra duboku, a tek u njoj možemo vidjeti slojeve (genetske horizonte) tla, nastale u procesu postanka (geneze) tla. A opet – nije dosta samo vidjeti – nužno je uzeti uzorak i utvrditi njegove značajke!!! Ako se onečisti voda brzo će se to opaziti – ili će voda biti mutna, ili će dobiti miris, a ako se to dogodi tlu nema jasnih znakova pa se događa da se o onečišćenju tla i ne govori. A poznato je da iznad nečistog tla ne može biti čistog zraka, ispod njega čiste vode, a na njemu će izrasti nezdrava – nečista biljka.

Zapaženiji događaj u razradi strategije zaštite tla u Europi bila je Konferencija o tlima srednje i istočne Europe i srednje Azije održana u Pragu (2000.) god., (kojoj smo i mi nazočili), a okupila je, i sučelila; znanstvenike, korisnike tla i političare – donositelje odluka o korištenju tla. Na njoj se naglašava kako obrazovanje, informiranje i komunikacija o tlu ima primarni značaj u podizanju svijesti o njegovu značaju. Utvrđeno je da u obrazovnim planovima u osnovnom, srednjem i viso-

kom obrazovanju tlo ni približno nije zastupljeno razmjerno napretku u prikupljanju znanstvenih spoznaja o njegovu značenju. Jednostavno; u svijesti javnosti tlo nije prihvaćeno kao prirodni medij, ni socijalna, gospodarska, kulturna i povijesna realnost.

K tomu, govoreći o okolišu, ni sredstva priopćavanja ne govore o tlu kao nedjeljivom dijelu prirodnog okoliša ili članu „ekološkog trojstva; tlo-zrak-voda“. Kao dojam ostaje da javnost naprosto ignorira tlo. Kada je riječ o našim prilikama, i prilikama u državama nastalim iz bivše-zajedničke nam države, bez sumnje je tomu pridonijela činjenica da su tiskani materijali o tlu – obične pedološke karte svojedobno dobivale oznaku «Vojna tajna – strogo povjerljivo», pa su tako i znanja o tlu nastala i ostajala u uskom krugu specijalista, izolirana od drugih struka i stručne javnosti. Zbog svega toga je nužna nekovrsna rehabilitacija tla u javnosti.

Tlo treba učiniti atraktivnim opisujući; njegovo bogatstvo u raznolikosti, raspored u krajobrazu i značaj za formiranje krajobraza – vegetacijskog pokrova, za opstanak čovjeka i svih oblika života, ovisnost i neraskidivu međusobnu povezanost tla sa stijenom, zrakom i vodom. Nema čiste vode bez čistog tla, čistog zraka bez čistog tla!!!

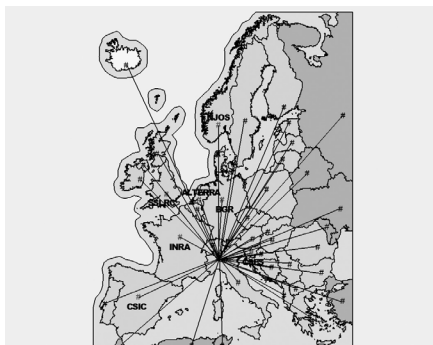
## Oštećenja tla

Oštećenje tla je proces ili utjecaj, ili skup procesa i utjecaja, kojim se prirodne ili antropogenim utjecajem modificirane značajke tla mijenjaju, i tako dovode u pitanje najvažnije uloge tla, utječu na biosferu prirodne biocenoze - biljni i životinjski svijet ili uzrokuju promjene u agroekosustavu i agrosferi. Podaci koje navod FAO su uistinu zabrinjavajući:

- Podaci o stanju talnih resursa iz 1950.god. su pokazivali oko  $11,5 \times 10^9$  ha kao površine pod prirodnom vegetacijom i neoštećena tla, da bi 40 godina kasnije skoro  $9 \times 10^6$  ha (površina Kine) bilo razvrstano u osrednje oštećena tla sa smanjenom proizvodnjom, a  $3 \times 10^6$  ha kao jako oštećena tla, koja su skoro izgubila svoje biološke uloge.
- U razdoblju 1975 – 1990. god., više od  $2,2 \times 10^8$  ha tropskih šuma je uništeno krčenjem, uglavnom u potrazi za novim oranicama
- Oko 20 % pašnjaka, na površini od  $6,8 \times 10^7$  ha napose u Africi i Aziji izloženo je pretjeranoj ispaši.
- Sječa drva za ogrjev i kućanstvo svake godine ogolijeva  $137 \times 10^6$  ha šumskih tala, koja zatim bivaju izložena eroziji tla vodom.
- Erozijski vjetrom zahvatila je više od trećine tala Bliskog istoka i oko četvrtinu površine Afrike sjeverno od ekvatora, a erozija vodom na nagnutim terenima procjenjuje se na  $25 \times 10^{12}$  kg godišnje, što čini 3690 kg po glavi stanovnika Zemlje. Uzme li se u obzir da ukupna masa tla na Zemlji prema procjeni iznosi  $3,3 \times 10^{15}$  kg, svake godine se samo erozijom gubi oko 0,7 % ukupne mase tla. Nije dakle teško izračunati scenarij ako se ne poduzmu djelotvorne mjere zaštite; sva masa tla izgubila bi se za manje od stoljeća i pol. Ako se zna da nema tla koje može nastati za 150 godina, izvor egzistencije čovjeka očito se pred našim očima gubi te je vrijeme za uzbunu.
- Zaslaničavanje - salinizacija tla prouzročeno korištenjem vode bogate solima za natapanje i klimatskim promjenama zahvatilo je površinu od  $4 \times 10^7$  ha.
- Procjenjuje se da je degradacijom tla zbog pogrešnog gospodarenja u poljoprivredi zahvaćena površina od  $5,5 \times 10^7$  ha zemljišta.
- Naselja, ceste, odlagališta otpada i druga infrastruktura trajno su uništile  $19,5 \times 10^6$  ha, i to najplodnijih i najvrjednijih tala, pri čemu su emisijom polutanata s tih površina oštećene znatno veće površine oko infrastrukturnih objekata.

Oštećenja svjetskog fonda tala dostiglo je takve razmjere da se drži opravdanim dramatično intoniran poziv na zaštitu tla - „dvostruki SOS“:

**S(ave) O(ur) S(oils) to S(ustain) O(ur) S(ocieties) !!!**



Europska Unija je zaštitu tla po značaju izjednačila sa zaštitom vode i zraka, te je u na tim osnovama u okviru Akcijskog programa za okoliš EU (Decision No 1600/2002/EC) izrađeno sedam tematskih strategija; za zrak, izbjegavanje produkcije otpada i recikliranje, morski okoliš, tlo, pesticide, prirodne resurse i urbani okoliš. Za sva pitanja degradacije i zaštite tla u EU nadležan je Europski ured za tlo (European Soil Bureau – ESB), koji djeluje u okviru Zajedničkog istraživačkog centra (Joint Research Centre – JRC) u Ispri nedaleko Milana.

Kako oštećenja tla ne poznaju granice, da bi svojim djelovanjem pokrio cijelu Europu, uključivo i države izvan EU taj ured je uspostavio Mrežu Europskog ureda za tlo (European Soil Bureau Network - ESBN), koja angažira tloznanstvenike svih europskih država te (danas je član prof. Husnjak) kao savjetodavno tijelo opslužuje Europsko povjerenstvo (European Commission – EC) podacima potrebnim za vođenje djelotvorne politike gospodarenja tлом i zaštite tla. Izdvojeno je osam procesa izvora oštećenja tla:

**Erozija > Pad sadržaja humusa > Onečišćenje > Zaslanjivanje > Zbijanje > Pad biološke raznolikosti > Prenamjena > Poplave i klizišta**

Tablica 1. Površine tala Europe zahvaćenih najvažnijim oštećenjima

OŠTEĆENJE TLA	ZAHVAĆENA POVRŠINA (milijuni ha)	POSTOTAK OD UKUPNE POVRŠINE EUROPE
Ostaci pesticida u tlu	180	19
Nitrati i fosfati	170	18
Erozija tla vodom	115	12
Zakiseljavanje (acidifikacija) tla	85	9
Erozija vjetrom	42	4
Zbijanje tla	33	4
Zaslanjivanje (salinizacija)	3,8	0,4
Gubitak organske tvari	3,2	0,3

Naravno, redoslijed po značaju u različitim regijama i državama je drugačiji. Kako se cijelo područje Sredozemlja toliko se razlikuje od ostatka Europe zalagali smo se da se tretira odvojeno i



intenzivnije istraži, nezavisno od činjenice da je svrstano u područje jako zahvaćeno procesima dezertifikacije, pa je i zbog toga pod posebnom paskom.

### Stanje u Hrvatskoj

U pedosferi Hrvatske prof. Husnjak navodi čak 36 tipova tala, najveću površinu (12,09 %) u njoj ima lesivirano tlo (luvisol), slijedi pseudoglej na 10,4 % površina, a zatim močvarno glejno tlo s 9,62 % površina, smeđe tlo s 8,36 %, a najmanje su zastupljena zaslanjena tla (solončak) 0,01 % i eolski „živi pijesci“ koji se također nalaze na svega 0,01 % površina. Svaki od ovih 36 tipova tala detaljno je obrađen tako da su poznate njihove morfološke, fizikalne, kemijske i biološke značajke, kao i upotrebna vrijednost, čimbenici ograničenja i uputne mjere popravke za profitabilan uzgoj bilja.

Temeljem vrednovanja – „inventarizacije“ agroekoloških (pedoloških, bioklimatskih, geomorfoloških), značajki u regionalizaciji hrvatske poljoprivrede agrosferu Hrvatske smo podijelili na tri poljoprivredne regije, s odgovarajućim podregijama:

- **Panonska regija** (Istočna, Središnja, Zapadna i Sjeverozapadna podregija),
- **Gorska** (Pretpaninska i Planinska podregija) i
- **Jadranska regija** (Sjeverna, Središnja i Južna jadranska podregija).

Svaka od njih ima posebnosti značajne za optimalni, agroekološkim prilikama prilagođen sustav uzgoja bilja i stoke. S njim u skladu regionalizacija usmjerava razvoj i investicije, kao dio kratkoročnih i dugoročnih mjera gospodarske politike u poljoprivredi, prilagođene prilikama i potrebama pojedinih regija.

Utvrđili smo zastupljenost pojedinih razreda pogodnosti zemljišta za obradu i korištenje u uzgoju bilja. Rezultate pokazuje tablica 2.

Tablica 2. Pogodnost poljoprivrednih tala Hrvatske za obradu i uzgoj bilja (Izvor: Bašić i sur., Regionalizacija hrvatske poljoprivrede, 2001.)

RAZRED POGODNOSTI	Površina – ha	%
POGODNA TLA	I. Tla bez ograničenja	269 451 8
	II. Tla s malim ograničenjima	520 617 16
	III. Tla ograničene pogodnosti	931 765 29
UKUPNO POGODNA TLA I. + II. + III. razred	1 721 833	53
NEPOGODNA TLA	IV. Tla privremeno nepogodna, ali se melioracijama mogu popraviti	515 531 16
	V. Neupotrebjljiva tla s trajnim ograničenjima	975 355 31
UKUPNO NEPOGODNA TLA IV. + V. razred	1 490 786	47
POTENCIJALNO OBRADIVA TLA I. + II.+ III.+ IV. razred	2 237 370	69
U REPUBLICI HRVATSKOJ - SVEUKUPNO: I. + II. + III. + IV. + V. .	3 212 619	100

Prema tim podacima, Hrvatska ima 3,2 milijuna ha poljoprivrednog zemljišta. Od te površine 975 tisuća ha je trajno neupotrebljivo za obradu i uzgoj bilja, a 515 tisuća ha je privremeno nepogodno, ali se melioracijama može privesti kulturi. Pogodno za obradu je 1,721 milijun ha. Doda li se toj površini 515 tisuća ha tala privremeno nepovoljnih za obradu, Hrvatska potencijalno može imati 2,237 tisuća ha obradive površine.

Na tlima bez ograničenja i s malo ograničenja mogu se uzgajati poljoprivredne kulture uz pravilno gospodarenje. Najveći dio ovih površina sada se koriste za uzgoj bilja. U ovu skupinu tala spadaju: černoze, aluvijalna neoglejena, koluvijalno duboko tlo bez skeleta, veći dio eutričnih tala, dublje rendzine, lesivirana na rastresitim sedimentima i ilovačama, semiglejna tla, rigolana i veći dio hidromelioriranih tala. Poljoprivredna proizvodnja može se ostvariti i na tlima ograničene pogodnosti. Uzgoj bilja u poljoprivredi moguć je i na tlima ograničene pogodnosti. Ovoj skupini pripadaju: koluvijalna tla s manje ili više skeleta, sirozemi koji su erodibilni, nerazvijena tla – eolski „živi pjesci“, rendzine na laporu, ranker i distrično smeđe tlo na pijesku, smolnica, pseudoglejna tla, kao i hidromeliorirano močvarno vertično tlo. Budući se ova ograničenja (fizičke, kemijske i biološke značajke tla) mogu otkloniti agromelioracijskim i hidromelioracijskim zahvatima, ove površine mogu se osposobiti za uspješan uzgoj poljoprivrednih kultura.

Postoji mogućnost melioriranja hidromorfničkih tala iz skupine privremeno nepovoljnih tala. To su močvarno glejna tla, koja su uglavnom rasprostranjena u dolinama rijeka. Prekomjerno su vlažena površinskim i podzemnim vodama i imaju nepovoljan vodo-zračni režim. Ova tla su potencijalno plodna i mogu melioracijama postati pogodna (hipoglejna tla, ritska crnica, pseudoglej-glejno tlo). Uz ove poljoprivredne površine Hrvatska ima 806.328 ha trajno nepogodnih tala (površina) za poljoprivrednu proizvodnju. To su: litosoli, visoko stjenovita i vrlo suha tla, skeletni rankeri, smeđe tlo na vapnencu i dolomitu, skeletoidna, eutrično i distrično smeđa, podzol i smeđe podzolasto tlo te subakvalna tla.

Podaci iz tablice ne ostavljaju prostora dvojbi o urgentnosti ulaganja u uređenje poljoprivrednog zemljišta. Na stranu činjenica kako aktualne klimatske promjene nalažu uređenje zemljišta za oba ekstremna slučaja; prijem i odstranjivanje viška vode od snažnih pljuskova koji postaju redovita pojava i navodnjavanje za namirenje njezina nedostatka.

### **I na koncu zaključimo;**

***Za opstanak, gospodarski, socijalno i okolišno održiv razvoj hrvatska poljoprivreda neodgovorno treba ulaganja u uređenje zemljišta! Samo 8 % (od ukupne površine poljoprivrednog zemljišta) površine ili oko 270 tisuća ha su tla pogodna za uzgoj bilja bez ograničenja, premda u sušnim godinama i ta tla trebaju navodnjavanje, na 520 tisuća hektara (16 % površine) uređenje zemljišta je potrebno, a na 931 tisuću ha uređenje je nužno!***

***Na 515 tisuća ha privremeno nepovoljnog zemljišta također su potrebna ulaganja.***

***Treba još reći kako su sve razvijene europske države svoja tla uredile, što im je poslužilo kao osnova za razvoj.***

***Povijesno gledajući – suočavanje s tim pitanjem desetljećima se u nas odgađalo “za bolja vremena”, a ta vremena nikako da stignu! Danas nam valja pogledati istini u oči, i iskoristiti povijesnu priliku za korištenje sredstava EU upravo za te svrhe!***

To je put kojim će hrvatska poljoprivreda biti promaknuta u modernu, poželjnu, profitabilnu i privlačnu, gospodarski, socijalno i okolišno održivu granu gospodarstva - zamašnjak razvoja i napretka.

# Soil as potential moderator of extreme hydrological events: drought – flood/waterlogging/over-moistening

György Várallyay

*Institute for Soil Sciences and Agricultural Chemistry, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of Sciences, Herman Ottó út 15, H-1022 Budapest, Hungary, e-mail: g.varallyay@rissac.hu*

## Abstract

The generally favorable natural resources of the Carpathian Basin show high and irregular (consequently hardly predictable) spatial and temporal variability, often extremes and sensitively react to various natural or human-induced stresses. Due to the irregularity of atmospheric precipitation; the increasing frequency of intense heavy rains („rain bomb”); heterogeneous macro-, meso- and microrelief; unfavorable soil properties; improper land use and cropping pattern the risk, frequency, duration and intensity of extreme meteorological and hydrological situations (floods, waterlogging, over-moistening □ drought) will increase, often in the same year on the same territory. Under such conditions it is an inevitably important fact that soil is the largest potential natural water reservoir. This huge potential water storage capacity, however, cannot be used efficiently because:

- infiltration of water into the soil is limited (saturation of soil pores; frozen topsoil; compacted soil layer with low permeability on or near to the soil surface);
- the infiltrated water is not stored within the soil profile because of low water retention.

Due to these facts the water losses by surface runoff, evaporation and deep infiltration increase. Soils with good agronomic structure may efficiently moderate the risk (frequency, duration, intensity) of extreme hydrological situations and may reduce their unfavorable economical/ environmental/social consequences. On the contrary, the infiltration/storage limitations may even magnify these threats.

Consequently, all efforts must be taken to help infiltration into and useful storage of water within soil, elaborating, adapting and implementing site-specific water-management technologies.

**Key words:** extreme moisture regime, waterlogging, drought, infiltration, water storage capacity of soils

## Introduction

The Carpathian Basin is a greatly “water-dependent” region, where the soil–water relationships considerably influence, sometimes determine the type and rate of weathering, soil formation and soil degradation processes; the moisture and substance regimes; the abiotic and biotic transport and transformation; mass and energy regimes in the „geological formation–soil–water–biota–plants–near surface atmosphere” continuum; soil fertility/ productivity; the yields and yield fluctuation of crops; and environmental conditions (Várallyay, 2011a,c,e).

The natural conditions of the Carpathian Basin are generally favorable for rainfed biomass production. These conditions, however, show extremely high, irregular, consequently hardly predictable spatial and temporal variability, often extremes, and sensitively react to various natural or human-induced stresses (Láng et al., 1983., National Atlas of Hungary, 1989., Pálfai, 2000.).

### Limited and irregular water resources

This well-defined geographic region, the Carpathian Basin is generally rich in water resources, especially in the low-lying parts of the Pannonian Plains, as the bottom of this large water catchment area. On the contrary, during certain “critical periods” in some “critical areas” the water resources are limited and “extreme” hydrological situations and soil moisture regimes:

surplus amount of water: flood, water-logging, “over-moistening” hazard;

shortage of water: drought sensitivity

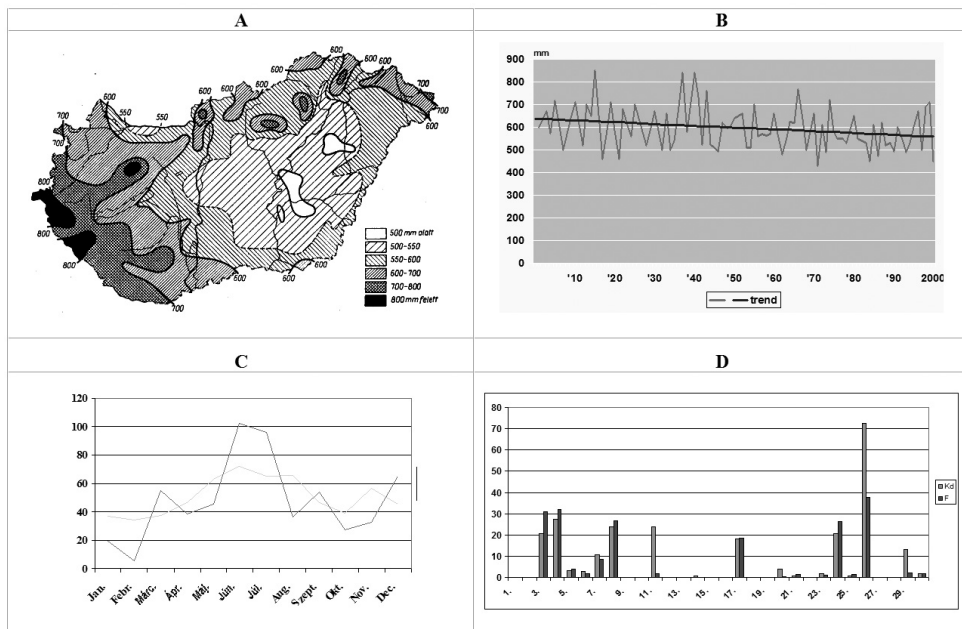
are characteristic, occurring sometimes in the same year, at the same place (which is quite natural because of the artificially drained water and the evaporation and filtration losses are missing from the soils during the dry summer months) (Somlyódy, 2000; Várallyay, 2006).

According to the meteorological/hydrological/ecological forecasts the risk, probability, frequency, duration and intensity of extreme meteorological (thunderstorms, high intensity rains, hail) and hydrological (floods, water-logging, over-moistening vs. droughts) *events* will be increasing in the future and their unfavorable economical, ecological and social consequences will be more and more serious, sometimes catastrophic. Consequently, water will be the determining (hopefully not limiting) factor of land security and environmental safety and the improvement of water use efficiency will be the key issue of sustainable biomass production, rural development and environment protection (Pálfai, 2000., Somlyódy, 2000., Várallyay, 2009.).

### *Changing climate, atmospheric precipitation*

The average 450–600 mm annual precipitation in the Pannonian Plains may cover the water requirement of the main crops even at high yield levels, and it gives reality for efficient “rainfed” biomass production. But the average shows extremely high territorial (Picture 1A.) and temporal (Picture 1B., 1C. and 1D.) variability – even at micro-scale (National Atlas of Hungary, 1989., Várallyay, 2011d).

A certain part of the atmospheric precipitation falls as snow (or similar “unidentified flying object”) or as highly intensive rain or hail. Their frequency, duration and intensity have considerably increased during the last years, resulting in serious, sometimes catastrophic consequences: intense surface runoff and erosion (soil losses and sedimentation hazards) or even landslides, infrastructure damages, etc. Under such conditions a part of the precipitation is lost by surface runoff, deep filtration and evaporation and only a limited (reduced) part of atmospheric precipitation is stored in the soil and is available for the biota, natural vegetation and cultivated crops, resulting water deficiency for plants or even serious droughts during the hot and dry summer months. According to climate forecasts the annual precipitation will not be more in the future and its unfavorable spatial and time distribution will even be less favorable. The risk, probability, frequency, duration and intensity of extreme weather situations are expected to increase (Láng et al., 1983., Pálfai, 2000., Várallyay, 2007., Várallyay and Farkas, 2008.).



Picture 1. Territorial and time distribution of atmospheric precipitation in Hungary. A. Geographical distribution of the 100-year average annual precipitation. B. Average annual precipitation in Hungary in the 20<sup>th</sup> century. C. Monthly distribution of the long-term average and 2008. annual precipitation. D. Daily distribution of monthly precipitation (May 2008.) at two nearby meteorological stations.

*Surface waters*

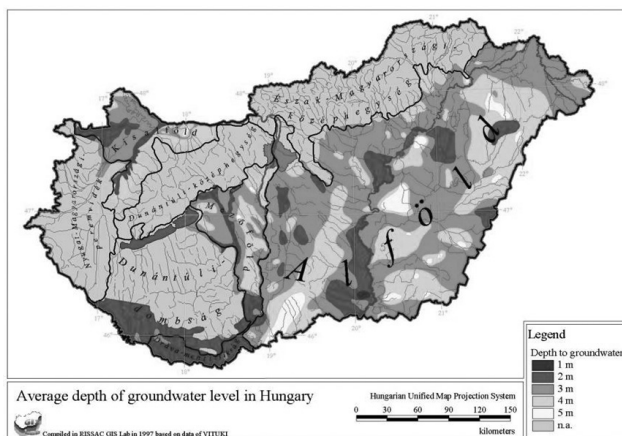
The average quantity of incoming rivers is about 110–115 km<sup>3</sup>/year in Hungary and it will not increase, particularly in the critical low-water periods because of two reasons (Pálfai, 2000., Somlyódy, 2000.):

- decreasing quantity and higher spatial and time variability of atmospheric precipitation, increasing risk of high-intensity rainfalls, changes in the rain: snow ratio and snow-melt behaviour, land use changes and surface runoff characteristics of the Upper Danube Basin areas;
- a certain quantity and quality of transboundary surface waters must be guaranteed for the Lower Danube Basin countries (at present this outflow is about 115–120 km<sup>3</sup>).

*Subsurface waters*

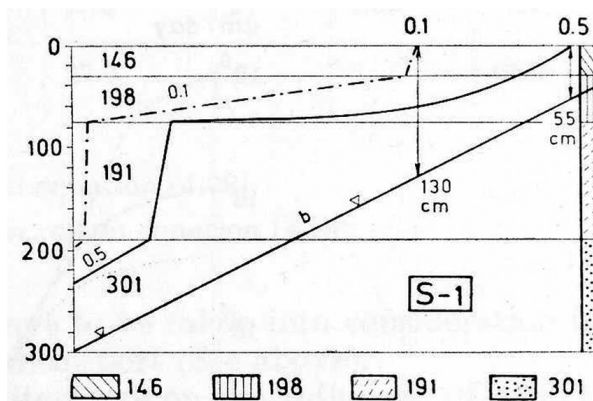
The average depth of the groundwater table in Hungary is shown in Picture 2. It can be concluded from the Figure that the possibility of capillary transport from the groundwater to the overlying soil horizons, especially to the active root zone can be significant only in the lowlands. But, a considerable part of subsurface waters (especially in the poorly drained East Hungarian Plain) is of poor quality (high salinity, alkalinity, sodicity), threatening with harmful salinization/sodification processes. In the Danube–Tisza Interfluve sand plateau the consecutive dry years and the overexploitation of subsurface waters result in a sink of the groundwater table and in its sensitive moisture regime consequences: increasing aridity and even “desertification symp-

toms". Only in small areas can the good quality groundwater contribute efficiently to the water supply of plants. This quantity, however, is more than double of the irrigation capacity of Hungary! (Várallyay, 2011a, f, Várallyay and Rajkai, 1989.).



Picture 2. Average depth of the groundwater level in Hungary

During the last years a 5-step model was elaborated for the calculation of the quantity of the capillary transport of water and solutes from the fluctuating groundwater to the overlying soil horizons (Várallyay, 2011f, Várallyay and Rajkai, 1989.). The final result of this model is presented in Picture 3.



Picture 3. Rate of capillary transport ( $V = \text{cm/day}$ ) from a fluctuating groundwater to the overlying soil horizons in a stratified soil profile (S-1) from the Danube Valley. 146, 198, 191, 301: register number of the soil layer; b: rising water table.

The model was applied to determine the optimum depth (optimum regime) of good quality groundwater (contributing to the satisfaction of the water requirement of plants); and the critical depth (critical regime) of poor quality groundwater (preventing the secondary salinization/sodification of soil).

## Soil resources

As a result of the combined influence of the highly variable soil forming factors and soil processes a highly – even on micro-scale! – heterogeneous, mosaic-like soil cover developed in the Carpathian Basin (National Atlas of Hungary, 1989., Várallyay et al. 2010.).

According to the detailed soil database and monitoring system it has been precisely and scientifically proven (Várallyay, 2005., 2010a, 2011b, 2014.) that

**Soil has the largest potential natural water storage capacity**

In ideal cases (potentially) in the pore volume of the 0–100 cm soil layer 30–35 km<sup>3</sup> water can be stored, which is more than half of the 500–600 mm average annual atmospheric precipitation. About 50% of this quantity is “available moisture content”, that may satisfy the water requirement of the natural vegetation and cultivated crops – even at high biomass production and yield levels (Várallyay, 2011b). This favorable fact is quite contrary with the high and increasing risk, hazard, frequency and duration of extreme hydrological events (floods, waterlogging, over-moistening vs. drought) sometimes in the same place in the same year.

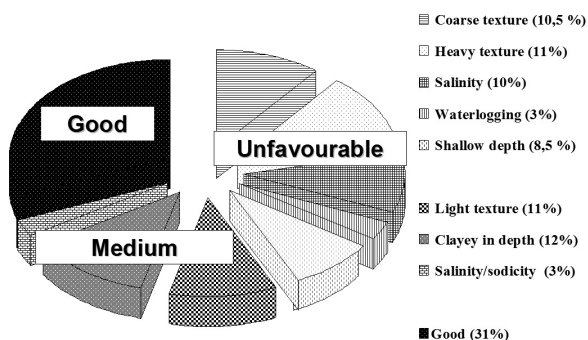
These extreme hydrological situations (water excess: floods, water-logging, over-moistening; water deficiency: droughts, over-drying) are characteristic features of the Pannonian Plains (Pálfi, 2000., Várallyay, 2006., 2007., 2009., 2011c, e). Their main reasons are the high territorial and temporal variability of atmospheric precipitation; rain:snow ratio and snowmelt characteristics; relief (including microrelief); soil conditions; vegetation; land use practices. And their main consequences are water losses (evaporation, surface runoff, seepage, deep filtration); soil (organic matter and nutrients), biota, vegetation and yield losses; energy losses.

What is the main reason of this “huge water storage capacity” – “extreme moisture situation” contradiction?

Only (?) 31% of Hungarian soils represent an “ideal case” for the efficient use of the potential water storage capacity, having “favorable” hydrophysical properties, but 43% of the soils have unfavorable and 26% moderately favorable water management characteristics, because of various limiting factors, as it can be seen in Picture 4 (Várallyay, 2010a, 2011d).

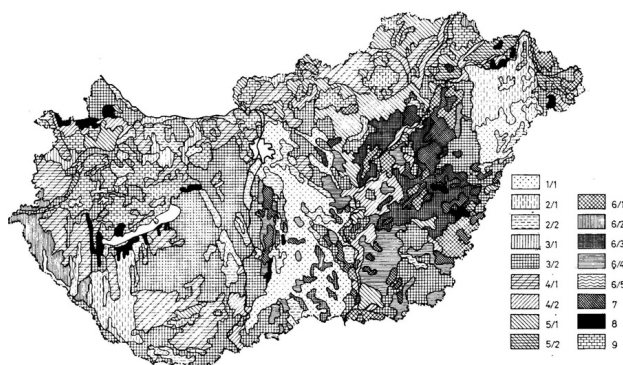
The “favorable” term is rather subjective, not quantitative and depends on the land-use objectives, as their “quality criteria” differ. Therefore, a comprehensive soil survey–analysis–categorization–mapping–monitoring system has been developed for the exact characterization of hydrophysical properties, modelling and forecast of the water and solute regimes of soils.





Picture 4. Water management characteristics of soils in Hungary and their reasons

In the system 9 main categories were distinguished according to textural class; total porosity as maximum water storage capacity ( $WC_t$ ), field capacity (FC), water retention (WR), wilting percentage (WP), and available moisture range (AMR); infiltration rate (IR), permeability (P) and saturated hydraulic conductivity (K). The subcategories were classified according to their horizon sequence and the main reason of their limited FC, WR or IR. The schematic map of the distinguished categories is given in Picture 5.

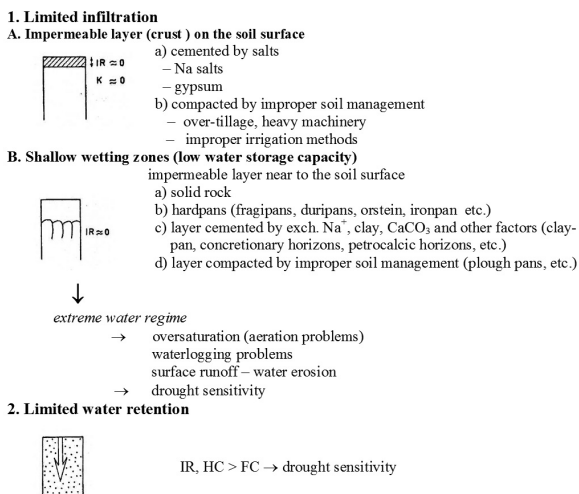


Picture 5. Hydrophysical characteristics of soils in Hungary. 1. Soils with very high IR, P and HC; low FC; very poor WR. 2. Soils with high IR, P and HC; medium PC; and poor WR. 3. Soils with good IR, P and HC; good FC; and good WR. 4. Soils with moderate IR, P and HC; high FC; and good WR. 5. Soils with moderate IR, poor P and HC; high PC and high WR. 6. Soils with unfavorable water management: very low IR and K. 7. Soils with extremely unfavorable water management due to high salinity/sodicity: extremely low AMR, IR and K. 8. Soils with good IR, P and HC; and very high FC (organic soils). 9. Soils with extreme moisture regime due to shallow depth. *The main profile variants:* (1) texture becomes lighter with depth (soils formed on relatively light-textured parent material): 2/1, 3/1. (2) uniform texture within the profile: 1/1, 2/2, 3/2, 4/2, 5/2. (3) relative clay accumulation in the horizon B: 4/1, 5/1. Profile variants of category 6: 6/1: highly compacted, heavy-textured soils with poor structure; 6/2: pseudogleys; 6/3: deep meadow solonetztes and solonetzic meadow soils; 6/4: soils with salinity/sodicity in the deeper horizons; 6/5: peaty meadow soils

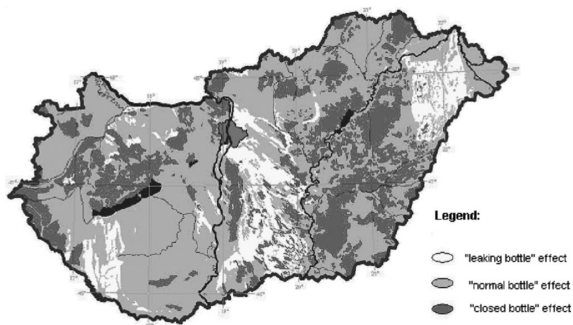


On the basis of the comprehensive digital soil physical/hydrophysical database the main characteristics can be quantitatively interpreted for soil layers, soil profiles; physico-geographical, administrative, farming or mapping units (e.g. ecological region, water catchment area, county, settlement, farm, agricultural field, etc.) (Várallyay, 1985, 2010b; Várallyay et al., 1980, 2010). The database serves as a basis for the evaluation of the water storage capacity of soil; the waterlogging or over-moistening hazard and drought sensitivity of a certain area; as well as for rational regional or local water management activities: for the efficient use of soil as water reservoir and so reducing the risk and frequency of extreme hydrological events and moisture situations; preventing or at least moderating their unfavorable economical–ecological–environmental–social consequences.

The potential water storage capacity is not (or only partly) utilized because of the following reasons (Várallyay, 2007., 2009., 2014.) (Picture 6):



Picture 6. Limitations of using the potential water storage capacity of soil.



Picture 7. Limited infiltration rate and water storage capacity of soils in Hungary

The pore space is not “empty”: it is filled up by a previous source of water (rain, melted snow, capillary transport from groundwater, irrigation etc.): “*filled bottle effect*”;

The infiltration of water (rain, melted snow) into the soil is prevented by the frozen topsoil: “*frozen bottle effect*”;

The infiltration is prevented or reduced by a nearly impermeable soil layer on, or near to the soil surface: “*closed bottle effect*” (Picture 6 (1));

The water retention of soil is poor and the infiltrated water is not stored in the soil, it only percolates through the soil profile: “*leaking bottle effect*” (Picture 6 (2)).

The schematic map of these limitations is shown in Picture 7.

Soil and soil water management may prevent, eliminate, reduce or moderate these harmful situations and their unfavourable consequences. Without this permanent care, however, these undesirable facts may be magnified (Várallyay, 2011d). Consequently, efficient soil moisture control is a key issue of the “quality maintenance” of soil, this important conditionally renewable natural resource, using its three unique characteristics: resilience; fertility/productivity; multifunctionality (Birkás, 2008., Farkas et al., 2009., Németh et al., 2005., Várallyay, 2007., 2010b).

### **Control of soil moisture regime as key task of sustainable soil management**

The control of soil processes, including soil moisture regime is a great challenge and the main task of soil science and soil management (Láng et al., 1983., Németh et al., 2005.).

In the Carpathian Basin (changing) climate and irregular, sometimes extreme weather (temperature, precipitation, etc.), soil (texture, reaction, carbonate and nutrient status, biological activity, etc.) and water supply are the most important elements of sustainable (agricultural) development. Water determines or strongly influences the biogeochemical cycles of the soils (including the regime of organic matter, plant nutrients and potential pollutants) and their resilience, fertility, productivity and environmental sensitivity. Consequently, rational land use and sustainable soil management are greatly water dependent (Láng et al., 2007., Somlyódy, 2000., Várallyay, 2007.).

As the direct moisture control actions, irrigation and drainage are faced with serious limitations (limited quantity of good quality irrigation water, relief; poor horizontal and vertical drainage conditions) all efforts have to be taken for the improvement of “rainwater efficiency” by a “two-way” (“double face”) moisture control, which basic concept is “storage” instead of “drainage” (transport away)! The most important elements of such rational and sustainable soil moisture control are (Farkas et al., 2009., Várallyay, 2010b, 2014.):

help the infiltration of water into the soil;

help the useful storage of infiltrated water within the soil without any unfavorable environmental consequences;

reduce the immobile (strongly bound “dead”) fraction of the stored water;

reduce evaporation, surface runoff and deep filtration losses of atmospheric precipitation and irrigation water;

drain only the harmful surplus amount of water from the soil profile and from the area, improving vertical and horizontal drainage conditions (prevention of over-saturation and/or water-logging).

There are many possibilities for the practical realization of these basic objectives. Some of them are summarized in Table 1, indicating their potential environmental impacts (Birkás, 2008., Farkas et al., 2009., Németh et al., 2005.). The scientific and technical development offer more and more new tools, techniques and technologies for such activities. Our task is to select and implement proper and efficient site-specific alternatives. Most of these „moisture management actions” are – at the same time – efficient environment control measures and reduce the risk and unfavorable consequences of other stresses (soil degradation processes, nutrient stress, pollution hazard, etc.).

Table 1. Elements and methods of soil moisture control with their environmental impacts

Elements	Methods	Environmental impacts*	
Reducing	surface runoff	Increase in the duration of infiltration (moderation of slopes; terracing contour ploughing; establishment of permanent and dense vegetation cover; tillage; improvement of infiltration; soil conservation farming system)	1,1a 5a, 8
	evaporation	Helping infiltration (tillage, deep loosening) Prevention of runoff and seepage, water accumulation	2,4
	feeding of ground-water by filtration losses	Increase in the water storage capacity of soil; moderation of cracking (soil reclamation); surface and subsurface water regulation	5b, 7
	rise of the water table	Minimalization of filtration losses (); groundwater regulation (horizontal drainage)	2,3 5b,5c
	Increasing	infiltration	Minimalization of surface runoff (tillage practices, deep loosening) ()
water storage in soil in available form		Increase in the water retention of soil; adequate cropping pattern (crop selection)	4,5b,7
Irrigation	Irrigation; groundwater table regulation	4,5c,7, 9,10	
Surface	surface	1,2,3,5c,	
} drainage	} moisture control (drainage)	6,7, 11	
Subsurface	subsurface		

\* Referring numbers: See below

Favourable environmental effects	Unfavourable environmental effects
Prevention, elimination, limitation or moderation of:	
water erosion (1)	overmoistening, waterlogging, peat and swamp formation, secondary salinization/ alkalization (9)
sedimentation (1a)	leaching of plant nutrients (10)
secondary salinization, alkalization (2)	drought sensitivity (11)
peat formation, waterlogging, overmoistening (3)	
drought sensitivity, cracking (4)	
plant nutrient losses by:	
surface runoff (→ surface waters eutrophication) (5a)	
leaching (→ subsurface waters) (5b)	
immobilization (5c)	
formation of phytotoxic compounds (6)	
“biological degradation” (7)	
flood hazard (8)	

## Conclusions

1. Soil moisture represents a considerable part of the limited sweet water resources of our Earth!

Soil moisture – with its quantity and quality – plays a significant (sometimes decisive role in the

- water supply of living organisms (biota, plants, etc.);
- quantity, quality, dynamics and ecological state of surface waters (EU Water Directive);
- the energy and substance regime, transport and transformation processes of soil (formation, degradation) and in soil fertility;
- multipurpose (food, fodder, industrial raw material, alternative energy) biomass production.

Consequently, the lack or deficiency of soil water may lead to serious problems in life and deteriorations in the environment.

2. Soil is the largest (potential) natural water reservoir!

A considerable part of atmospheric precipitation can be stored in the soils' pore space, simultaneously reducing the probability, risk, hazard, frequency, duration and seriousness of extreme climatic and hydrological situations (floods, water-logging, over-moistening vs. droughts, over-drying) and their unfavorable/harmful/catastrophic economic, environmental and social consequences.

3. The key problem of sustainable (agricultural) water management is rational land use and soil management in the whole catchment area because it is an indispensable tool for

the improvement of water use efficiency: reducing evaporation, surface runoff and deep filtration losses of limited water resources and increasing their availability for different purposes;

the prevention or reduction of the development of extreme hydrological situations and their harmful consequences;

maintaining or improving the desirable ecological state of surface and subsurface water resources.

Soil water management and soil moisture control are of priority significance in rational land use and sustainable soil management in the Carpathian Basin. The hazard, present and expected future risk, increasing frequency, duration and intensity of extreme (and irregular, consequently hardly predictable) climatic and hydrologic events and moisture situations may result in serious (or even catastrophic) damages, unfavourable economical/ecological/ environmental/ social consequences. Soil – in the case of adequate, permanent and efficient soil and water management – may prevent, eliminate or moderate these unfavourable situations and may reduce their harmful consequences.

## Acknowledgement

Part of the research was financed and carried out in the frame of OTKA Project No. K-105789.

## Literature

1. Birkás, M. (2008): Environmentally-sound Adaptable Tillage. Akadémiai Kiadó. Budapest.
2. Farkas, Cs., Birkás, M., Várallyay, Gy. (2009): Soil tillage systems to reduce the risk and unfavorable consequences of extreme weather and hydrological situations. *Biologia*, (Slovakia) 64 (3) 624–628.
3. Láng, I., Csete, L., Harnos, Zs. (1983): Agro-ecological Potential of Hungarian Agriculture. (In Hungarian) *Mezőgazdasági Kiadó*. Budapest.

4. National Atlas of Hungary (1989). Akadémiai Kiadó. Budapest.
5. Németh, T., Stefanovits, P., Várallyay, Gy. (2005): Hungarian Soil Conservation Strategy. (In Hungarian). Ministry of Environment Protection and Water Management. Budapest.
6. Pálfi, I. (Ed.) (2000): The role and significance of water in the Hungarian Plain. (In Hungarian) Nagyalföldi Alapítvány. Békéscsaba.
7. Somlyódy, L. (2000): Strategy of Hungarian water management. (In Hungarian) MTA Vízgazdálkodási Tudományos Kutatócsoportja. Budapest.
8. Várallyay, Gy. (1985): Main types of water regimes and substance regimes in Hungarian soils. (In Hungarian) *Agrokémia és Talajtan*, 34. 267–298.
9. Várallyay, Gy. (2005): Water storage capacity of Hungarian soils. (In Hungarian) *Agrokémia és Talajtan*, 54. 5–24.
10. Várallyay, Gy. (2006): Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. *Agrokémia és Talajtan*, 55 (1–2) 9–18.
11. Várallyay, Gy. (2007): Risk of extreme soil moisture regime and possibilities of its control in the Carpathian Basin. In: „Environmental Management. Trends and Results”. (Eds.: Koprivanac, N., Kusic, H.) Zagreb, 153–168.
12. Várallyay, Gy. (2009): Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. In: *Scientific and Social-Institutional Aspect of Central Europe and USA. Vol. XXXVIII-XXXIX. Pollution and Water Resources, Columbia University Seminars Proceedings.* (Ed.: Halasi-Kun, G. J.) 181–208.
13. Várallyay, Gy. (2010a): Increasing importance of the water storage function of soils under climate change. *Agrokémia és Talajtan*, 59 (1) 7–18.
14. Várallyay, Gy. (2010b): Soil water management as an important tool for environment protection in the Carpathian Basin. In: Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Scientific/Professional Conference “Agriculture in Nature and Environment Protection”, Vukovar, 31 May–2 June 2010. 41–50.
15. Várallyay, Gy. (2011a): Environmental aspects of soil–water relationships in the Carpathian Basin. In: *Pollution and Water Resources* (Ed.: Halasi-Kun, J.) - Columbia University Seminar Proceedings. Vol. XL. 2010–2011. Environmental Protection of Central Europe and USA. 237–270.
16. Várallyay, Gy. (2011b): Water storage capacity of Hungarian soils. *Agrokémia és Talajtan*, 60 Suppl. (online) (ATON) 7–26.
17. Várallyay, Gy. (2011c): Soil degradation processes and extreme soil moisture events as environmental problems in the Carpathian Basin. In: Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Symposium on Environmental Management (SEM), Zagreb, 26–28 Oct 2011. CD ROM. 1–6. Fac. Chem. Eng. and Technology. Zagreb.
18. Várallyay, Gy. (2011d): Soil, as moderator of extreme hydrological events: drought – flood/waterlogging. In: ISTRO 6<sup>th</sup> Int. Conf. on „Crop management practices adaptable to soil conditions and climate change”. Pruhonic (Czech Republic) 31 Aug – 2 Sept 2011. CD ROM. 201–210.
19. Várallyay, Gy. (2011e): Soil degradation processes and extreme hydrological situations, as environmental problems in the Carpathian Basin. *Acta Universitatis Sapientie, Agriculture and Environment*.
20. Várallyay, Gy. (2011f): Capillary transport from groundwater to the overlying soil horizons. In: Proc. 19<sup>th</sup> International Poster Day „Transport of Water, Chemicals and Energy in the System Soil–Plant–Atmosphere”, Bratislava, 10 Nov 2011. (Ed.: Celkova, A.) CD ROM. 796–809. ÚH SAV–IH SAS. Bratislava.
21. Várallyay, Gy. (2014): Environmental aspects of soil management and moisture control. In: Proc. 6<sup>th</sup> International Scientific and Expert Conference TEAM 2014, Kecskemét, 10–11 Nov, 2014. 26–31.
22. Várallyay, Gy., Farkas, Cs. (2008): Impact of climate change on soils in Hungary. In: *Climate change: environment–risk–society. Research results.* (In Hungarian) (Eds.: Harnos, Zs., Csete, L.) 91–129. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
23. Várallyay, Gy., Rajkai, K. (1989): Model for the estimation of water and solute transport from the groundwater to the overlying soil horizons. *Agrokémia és Talajtan*, 38. 641–656.
24. Várallyay, Gy. et al. (1980): Hydrophysical properties of Hungarian soils and the map of their categories in the scale of 1:100 000. (In Hungarian) *Agrokémia és Talajtan*, 29. 77–112.
25. Várallyay, Gy. et al. (2010): Soil conditions in Hungary based on the data from the Soil Conservation Information and Monitoring System (SIMS). Ministry of Agricultural and Rural Development. Budapest.

## Tlo kao potencijalni moderator ekstremnih hidroloških događaja: suša - poplava/zadržavanje vode na tlu/prevlaživanje

### Sažetak

Općenito povoljni prirodni resursi Karpatskog bazena pokazuju veliku i neregularnu (posljedično teško predvidljivu) mjesnu i vremensku varijabilnost, česte ekstreme i senzitivnu reakciju na razne prirodne i antropogene stresove. Uslijed neregularnosti atmosferskih oborina, povećane frekvencije intenzivnih snažnih kiša ("kišne bombe"), heterogenosti makro-, mezo- i mikro-reljefta, nepovoljnih svojstava tla, neodgovarajuće uporabe tla i odabira usjeva, rizik, učestalost, trajanje i intenzitet ekstremnih meteoroloških i hidroloških događaja (poplave, stagnacija vode, prevlaženost tla  $\Leftrightarrow$  suša) bit će u porastu, često na istom teritoriju. U takvim okolnostima, izuzetno je važna činjenica da je tlo najveći potencijalni prirodni rezervoar za vodu. Ovaj ogromni potencijalni rezervoar za vodu, bilo kako bilo, ne može biti učinkovito upotrijebljen zbog:

ograničene infiltracije vode u tlo (saturacija pora u tlu; smrznuta površina tla; zbijeni slojevi tla s niskom propusnošću na ili blizu površine tla);

infiltrirana voda nije spremljena unutar profila tla uslijed niske vododržnosti tla.

Zbog ovih činjenica rastu gubitci vode uslijed površinskog otjecanja, evaporacije i preduboke infiltracije. Tla dobre agronomске strukture mogu učinkovito ublažiti rizike (frekvenciju, trajanje, intenzitet) ekstremnih hidroloških situacija, te mogu smanjiti njihove nepovoljne ekonomske/okolišne/socijalne posljedice. Nasuprot ovom, infiltracija/limitirana vododržnost mogu čak uvećati ove prijetnje.

Posljedično, svi naporu moraju biti usmjereni poboljšavanju infiltracije vode u tlo kao i korisne pohrane vode u tlu, kako elaboraciji, tako i adaptaciji i implementaciji tehnologija upravljanja vodom na usko određenom području.

**Ključne riječi:** ekstremni vodni režim, stagnacija vode, suša, infiltracija, vododržni kapacitet tla

## Excess water phenomena – long-lasting remediation

Márta Birkás<sup>1</sup>, Igor Đekemati<sup>2</sup>, Zoltán Kende<sup>1</sup>, Ivica Kisić<sup>2</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, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Croatia*

### Abstract

Unforeseen, and aggravating water induced damages emerged in the Central and South-Eastern European regions in the last year of which the greatest quantity provoke for find solutions now and later. Referring to this, an increased number of extreme incidences were predicted to the region by the optimistic and pessimistic climate scenarios as well. The region faces recurrent floods, owing to the geological formation. In addition to floods, inland waters also rise significantly. Water inundation is found to be a real hazard in lowlands and along the rivers. In this study the causes of the inland water inundation is shortly summarised as well as presenting results that may complete knowledge of the water inundation impacts on soil condition. Difference between natural and human induced water stagnation seems obvious when water level flow down. Degrees of the water stress and water inundation endangering soil quality are also demonstrated. The hazards of the water inundation can approach from various aspects however the potential threat requires practical solutions. Our proposals are based on findings that derived from long-term experiments and from monitoring on soils that are suffered from inland excess water.

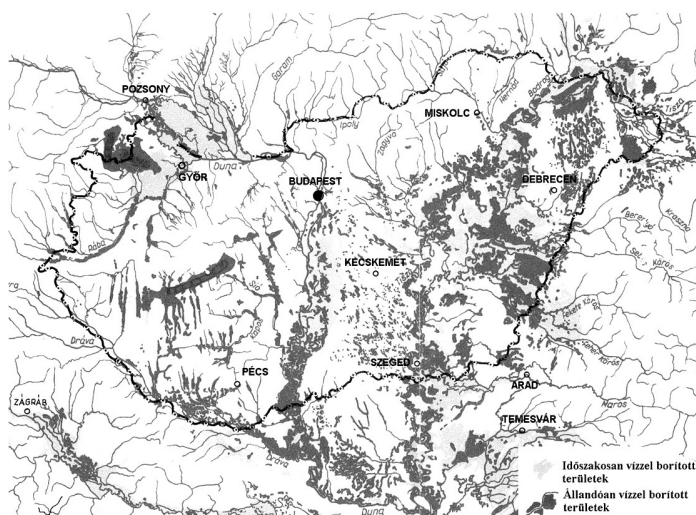
**Key words:** water stress, soil condition, soil remediation, practical solutions

### Introduction

Central and South-East Europe (CASEE), considering their geological formation and geographic location are continuously exposed to water-related phenomena that are water surplus and deficit. Four main climate induced risk factors can be formulated from the optimistic and the pessimistic scenarios for the second part of the 21<sup>st</sup> century that are milder winters with more precipitation, warmer and dry summers, extreme fluctuations in the annual distribution of the total precipitation and increased numbers of extreme incidences (Bartholy et al., 2004., Szalai and Lakatos, 2013.). Increasing the intensity of the precipitation may induce floods and water inundations. It is worth mentioning, that, the events afore-mentioned have already been prevailed the regional weather conditions. Localized flooding is considered to be a serious problem, associated with extreme rainfall and unpredictable rainy periods. The frequency of floods seems to have increased over the last decade in all CASEE countries, maybe in response to the climate extremes (Günal et al., 2015.). Never forgettable that between 14 and 18 May 2014., a low-pressure cyclone triggering torrential rains, affected a large area concerned, causing river floods and landslides (Jug et al., 2015., Kisić et. al., 2015.). The rainfall, with shorter or longer breaks, continued throughout summer and autumn causing serious troubles in agricul-

tural production by water inundation, especially in some areas, such as Hungarian Great Plain, Hungarian and Croatian Baranja, SW Romania and Northern Vojvodina. It is well known that the inland excess water has seriously threatened these areas that locate the deepest part of the Carpathian basin, and in particular, before the rivers regulation (Picture 1.). Damages and hazards of the water surplus appear in the soils or on the surface are expressed with various phrases, indicating the differences e.g. abundance of water, excess water inundation, inland excess water, flooding, water-logging, water ponding, water saturation, and over-moistening (Pálfai, 2001., Kuti et al., 2006., Várallyay, 2011., Szatmári and Leeuwen, 2013.).

In Hungarian relation the area endangered by excess water covers about 4.4 million ha, that is 47% of the country's territory (Pálfai, 2000., Kuti et al., 2006.). Experiences gained over the past years have convincingly proved the area vulnerability to the climate extremes.



Picture 1. Water threatened area before the start of the rivers regulation

Note: *pale grey*: covered by water temporarily; *grey*: covered by water continuously

Source: Szlávik, 2009, cit. BELVÍZ -INFO Projekt (GOP–1.1.1–2008)

Table 1 Possible water hazard in Hungarian relation and data from three years

Phenomena	National relation		In the Hungarian Great Plains	
	Total area (ha)	Ploughed land (ha)	Total area (ha)	Ploughed land (ha)
Area threatened by water	4 400 000	2 500 000	2 000 000	1 200 000
Inundated area 1999/2000	470 000	N	430 000	268 580
Inundated area, 2010	445 945	286 580	270 000	140 000
Area, saturated by water, 2010	1 000 000	896 983	683 541	N
Inundated area, 2015 February	125 000	65 000	70 000	N
Area, saturated by water, 2015 February	1 300 000	730 000	N	N

Note: N: no official data; Source: MGSZH, FÖMI, GOSZ, OVF, Vízügy, Kling et al., 2003., Horváth (2010.)



The most serious flood and excess inland water damage afflicted large area in the years 1999/2000, 2010/2011 and 2014/2015 (Table 1.) causing catastrophic situation in the Great Plain (Pálfai, 2010., Várallyay, 2010., 2011., 2014., [www.vg.hu/gazdasag](http://www.vg.hu/gazdasag)).

The year 2010 was considered to be the wettest year of the past ten decades in the Carpathian basin. In Hungary the total precipitation was 969 mm, 71 % more than the average of the period between 1971. and 2000. (Kovács et al., 2011.), however significant differences were also observed in the basin, that is between 650 and 1500 mm. Due to the wet conditions, more than 1 million hectares become unsuitable for agricultural production (Vízügy, 2011.). In February 2015. the total inundated area covered 125 000 hectares while area saturated totally by water is estimated at 1,300 000 hectares. From this 730 000 hectares was planned for spring crops sown.

## Materials and methods

Causes of the inland water inundation are presented from the relevant, surveyed literature. Moreover, additional results and experiences were derived from field trials and monitoring. Investigation of the water stress effects based on long-term experiments (Farkas et al. 2009., Birkás 2010., Csorba et al. 2011.) conducted in chernozem soil in micro region at Mátraalja (Birkás et al., 2009., 2011., 2012., Bottlik et al., 2014.). Monitoring the impacts of water inundation on soil condition has started in 2010 in South and SE part of the Great Plain (Kalmár et al., 2011., Birkás et al., 2012.). Specific soil features were found at the time of the monitoring. Considering this, aim of this study is to present results that may complete knowledge of the water inundation impacts on soil condition. Factors are discussed are as follows: Causes of the inundation; Differences in soil condition following a natural and a compact pan induced water-logging; Soil deterioration by siltation after short-term and long-term water damage; Consequence of the dust sedimentation to the nearest compact layer.

## Results and discussion

The water-induced damages are found to be more serious considering the basic (direct) adverse effect and the further indirect severe consequences.

*Causes of the inundation.* Factors influencing inland excess water are widely discussed by authors. Natural factors, among others hydrometeorological (e.g. abundant rains), topographic (e.g. heterogeneous micro-relief) and hydrogeological (e.g. impermeability of soil horizons) have closely investigated (e.g. Pálfai, 1994., 2000., 2010., Horváth, 2010., Várallyay, 2011., Szatmári and Leeuwen, 2013.). Regulation of the river Tisza (1846-1908.) has truly been found the possible best solution during decades considering the water threatened area. Objective of the regulation was to exempt the Great Plain from the floods and to create the security for the river runoff and the navigation (Tóth et. al., 2001.). However, experiences gained in the last decades that require additional fact-finding in this relation. As Kovács (2004.) warns, owing to its geographical location, the Tisza region faces recurrent floods. In addition to floods, inland waters also pose a serious challenge, and the water hazard has risen significantly.

Human factors, including flood control and state of canals in the threatened area are further important factors. Effectiveness of the remediation on water afflicted arable fields is reasonably depended on the land owners' competence (Rakonczai et al., 2012.).

Soil attributes, mainly infiltration and storage capacity and soil physical state are also significant factors for the formation of inland excess water (Várallyay, 2011.). The pore space of the 0–100

cm upper layer of soils may store about two-thirds of the annual precipitation (365-400 mm from 550-600 mm). This potential, as authors (Rakonczai et al., 2012., Várallyay, 2014.) outline, is often unexploited considering the reasons e.g. poor infiltration capacity, pore spaces saturation, soil frozen, surface siltation, clay mineral swelling, impermeable pan layer locating close to the surface, and unfavourable chemical characters (e.g. sodium).

Differences in soil condition following a natural and a compact pan induced water-logging

Natural induced water-logging shows three genetic types (Rakonczai, 2012.), that is accumulative (precipitation accumulates in the deepest area of the terrain), the upwelling type when the groundwater arises at the surface, and the inundation generated by the transportation channels. The upwelling type of the inland water deserves greater interest in SE part of the Plain, where paleo-channels of the river Maros and other streams buried millions of years ago. As Szatmári and Leeuwen (2013.) noted, in this micro region the coarse sediment is not preventing but rather providing the opportunity for the development of inland water. The shape of the upwelling water often reminds river bed formation (Picture 2.).



Picture 2. Excess inland water in a field of the Mezőhegyes estate (22 July, 2010); Wheat that is impossible to harvest (left), and water-tolerant weeds (right)

It was found that the upwelling water raises the soil at first, then expands on the surface, soaking and silting the soil through, and as the water level drops gradually, soil slumps alike. Degree of the soil settlement depends on the period of the water stagnation and the level of soil degradation. We found wet, but crumbly structure below silted and crusty layer of soils were free from tillage induced pan. However, upwelling water is often transported salts from the deeper soil layers to the top layer both in chernozem and meadow soils that have natric or salic horizon. A 0.2-0.5 mm layer of salt remained on the surface when the soil became dry. Experience has shown that inverting the salts (creating a salty layer at a depth of 250-300 mm) is risky, a better solution mixing the salt and the soil.

Rainwater accumulation in larger quantities above the compact pan layer results in further damages. While compact pan limited water infiltration in soil, and owing to this water that accumulated above pan layer has considerably saturated the soil and disintegrated the crumbs. Moreover, the smallest particles (mainly dust) and mineral colloids that leached to the pan from the upper loosened layer by water and those have strongly adhered to the existing compacted pan. This phenomenon fairly deteriorates the workability, and the thickened compact layer can only be loosened gradually.

Soil deterioration by siltation after short-term and long-term water damage

The silting is the outcome of the dust formation in recurrent rainy periods and after-effect of this phenomenon is the crusting in warm and dry period. The degree of the silting, out of the precipitation depends on the soil quality (that is degraded or preserved), and on the covering state of the surface (Bottlik et al., 2014.). Disintegration of soil particles leads to the displacement of small soil particles forming a more continuous structure (mud film) that creates a surface seal and later on that cemented to a hard surface crust. Authors published the degree of the rain stress damage, however it was necessary to complete the rank with further degrees, considering the water inundation consequences (Table 2.). Crust formation was found to be very serious in soils afflicted by water stagnation in long-term (Picture 3., 4.). As it known the crust is typically appeared in acidic, alkaline, and clay soils. However hard crust has occurred in soils desiccated rapidly after a long-term rainy period when soil silting was unavoidable. Both siltation and crust formation caused by inland water inundation or flood can only be remedy long-term.

Table 2. Degrees of the water stress and water inundation endangering soil quality

Degree	Siltation / Crust formation (area, %)	Crust thickness (mm)	Soil settling* (mm)	Alluvium deposit (mm)	Weed seed transport
Slight	< 10	< 5	< 10		
Conspicuous	11 – 30	6 – 15	16 – 25		
Risky	31 – 50	16 – 25	26 – 45		
Serious	51 – 70	26 – 35	46 – 75		
Very serious	71 – 100	> 35	75 – 100		
Water inundation					
Short term	100	50 – 70	75 – 100	0 – 10	moderated
Long term	100	> 100	> 100	20 – 50	serious

\*compared to the state before inundation



Picture 3. Hard crust formed in soil after one year water inundation. Barnyard-grass (*Echinochloa crus-galli* L.) seed survived the water cover



Picture 4. Piece of a crust on a view from below with former earthworm burrows

Assessing the crusts formed by rain stress and water inundation, several earthworm burrows were found in them, referring to the favorable condition, prior to water damage. Both vertical and horizontal burrows were created in number referring to the increased air demand of the worms. In normal soil circumstances anecic earthworms create permanent vertical burrows, while endogeic types make horizontal channels. Earthworms have survived rain stress that repeated from time to time, but hardly at high and long-term water flooding. Revival of the earthworm activity following water damage was different in soils that afflicted by natural and a compact pan induced water-logging. Worms preferred to the soil condition that was free from compacted pan.

### *Consequence of the dust sedimentation to the nearest compact layer*

Dust, formed in soil top layer has become a noteworthy phenomenon considering the long-term effect of the clod-braking tillage processes and the extreme climate. Some parts of the dust remain in the surface as a silt film and other parts leach into the soil and agglomerate to the nearest compact layer and increase thickness of this layer (Bottlik et al. 2014.).

The sediment dust adhered to the soil mineral particles constitutes a most firm condition and shows highest penetration resistance of the soil profile (Birkás et al., 2011., Bozán et al., 2011.). Bottlik et al. (2014.) found close coherence between dust ratio formed in the surface soil layer and the extension of the soil compaction. Birkás et al. (2012.) proved that compacted layer is considered to be serious when contributed to the water stagnation above the consoled layer and the compacted segment extends of 40-50 mm. This phenomenon was found to be a real impediment of the soil remediation following the soil drying.

Summarising the main types of the water induced damages, seven of them that occurred in a wet season showed more serious after-effects in the following year (Table 3.)

### *Soil settling*

Soil settling has become a typical phenomenon in the soils afflicted by water stress in rainy seasons, but it strongly depended on the soil quality. A quite intensive settling effect was found on degraded soils and on soils having low organic matter content (Table 2.). According to Lamandé and Schjøning (2011.) the transmission of stresses in the soil profile is leading to either persistent deformation or elastic deformation. Persistent deformation was also found in soils suffered from short-term inundated water (Picture 5.). This phenomenon can sufficiently be remedied in the next tillage season.



Picture 5. Serious soil settling causes limited maize rooting following repeated rain stress

Table 3. Impact of water induced damages on soil structure and condition

Water induced damages	Direct impacts		Indirect impacts		Aggravating factor
	Type of the damage	Occurrence of the damage	Type of the damage	Occurrence of the damage	
Rain stress	Particles deterioration	Soil surface	Siltation	Soil surface	Dusty structure, Clean surface
Siltation	Particles disintegration	Topmost layer	Water stagnation, Crust formation after drying	Soil surface	High (> 30) ratio of dust, Long-term water cover
Crust formation	Sealing	Topmost layer	Limited aeration and soil remediation	Top layer	Strong siltation Long-term water cover
Soil soaking	Saturation	Tilled layer	Airless state, Sedimentation of small particles, Weed seed transport	Soil profile	Pan, occurred in the tilled layer, Rich seed bank
Sedimentation of small particles	Non hoped particle transport	Depth of the loosened layer	Adhering to the existing pan, and extension of compaction	Upper part of the pan layer	Wide and serious compaction
Inundation	Sweeping soil particles away	Mostly the loosened layer	Depositing removed particles to the deeper part of site	Different parts of the area concerned	More threaten factors
Upwelling inland water	Flooding, soaking, extending	From the water body to the surface	Soil leaching	Area round the underground well	Intersection of the paleo-channels
Soil settling	Loosened layer reduction	Tilled layer	Decreased aeration of soil	Formerly tilled layer	Pan compaction close to the surface

### *Remedying soils damaged by water*

Process of the soil remediation depends on the several factors (soil original quality, site conditions, degree of the damage, groundwater level etc.), however the solution requires complex measures.

- First step is to establish the degree and extent of the damage.
- Rain stress losses can remedy by agro-technical interventions e.g. increasing aeration of the soil that suffers from crusting and settling, by loosening, growing crops to refresh soil biological activity, and reduce traffics on soil turned to more sensitive to loading (e.g. soils including high clay and silt content). Techniques limiting the soil's recovery, such as ploughing and disking, should be avoided. Adopt the tillage method and the depth to the real state of soils in the next season. Preventing the probable rain stress by surface cover may important expectation in the future.

- Assessing the main damages that probable are physical (e.g. soil remove or deposit drifted matter, settling etc.), chemical (e.g. contamination, nitrogen leaching or removing), and biological (weed seed accumulation, anaerobiosis). Remediation of soil that afflicted by long lasted water inundation can providently be divided three phases. First steps may the aeration and crumbling the top layer to remedy the biological activity. Deepening the biologically active layer – by tillage and cropping methods – is the second task. Maintaining the adequately loosened and crumbled state may the third requirement. The alleviation of damage caused by permanent inundation should be developed into an annual programme.

- Managing the deposited matter seems to be difficult task. A thin matter may invert or mix to the original fertile layer. Inverting the thick sediment is no recommended. A better but time-consuming solution spreading high amount of organic matters (straw, stalks, farmyard manure) in the surface, and mixing in the soil, and hoping that will promote soil natural remediation. Grow plant (to be less sensitive to the features of the deposited matter) in the first year; invert the green mass or stubble residues to the soil.

- Weed pollution is predicted to be serious in the inundated (or flooded) areas (considering the seed transport, and lack of devastation), so chemical control is recommended to reduce the degree of infestation. Mixing the weed residues killed by chemically in soil is also suggested.

### *Providences for the future*

- Surplus water to be found even today in water-logged fields should be drained and stored in a safe and reliable way.

- The areas that are endangered by inundated water need to be documented – specifying those severely, moderately and less seriously damaged areas – for the required remediation plans to be worked out. We may note that there are well documented and mapped areas, however those have regrettably ignored from the immediate actions.

- The remediation programme's tasks pertaining to soils should be specified and based on organic matter conservation, the application of tools causing less damage to wet soils and the provision of financial assistance for the purchasing of such tools.

Soils have already been exposed to the various climate stresses. Vulnerability of soils is and will become an acute problem for agricultural sustainability. Soil protection has been a key subject of research and practice for decades now, and the results achieved so far are taken into account in the mitigation of the water-related phenomena.

## **Conclusions**

Even though the regional climate change expected to take place in the Central and South- East Europe over the upcoming decades is foreseen to cause extremes in precipitation amount and distribution and through these water deficit or water surplus of soils. Soils to be in wet conditions are highly vulnerable. Moreover, most of the water-related phenomena afflicted the soils may have cumulative after-effects. There are different types of the water induced damages from the slight and the serious water stress to the severe flooding. Remediation methods and phases are to apply to the degree of the damage and to the site circumstances. Preventing and reducing the water inundation risk requires complex agronomic, technical and engineering solutions.



## Acknowledgement

Research was supported by the VKSZ-12-1-2013-0034 Agrarklima 2, and by the GAK Training Farm at Józsefmajor, and Mezőhegyes estate.

## Literature

1. Bartholy, J., Pongrácz, R., Matyasovszky, I., Schalenger V. (2004): Trends of climate having taken place in the 20<sup>th</sup> century and expected in the 21<sup>st</sup> century on the territory of Hungary. "Agro-21" Füzetek, 33, 3-18.
2. Belvív (2008): Általános elméleti háttér kidolgozása (*Elaboration of the general, theoretical background*). BELVÍZ-INFO Projekt (GOP-1.1.1-2008) p.74.
3. Birkás, M., Kisić, I., Bottlik L., Jolánkai, M., Mesić, M., Kalmár, T. (2009): Subsoil compaction as a climate damage indicator. *Agr. Conspectus Scientificus*, 74 (2), 1-7.
4. Birkás, M. (2010): Long-term experiments aimed at improving tillage practices. *Acta Agronomica Hungarica* 58 (Suppl 1) 75-81. 10.1556/AAgr.58.20.10.Suppl. 1. 11.
5. Birkás, M., Kisić, I., Jug, D., Smutný, V. (2011): Remediating water-logged soils by means of adaptable tillage. *Agriculture in nature and environment protection*. 4<sup>th</sup> Internat. Scientific/professional conf., Vukovar, 1-3 June, 2011. In: Stipešević, B., Soric, R. (eds.), *Proceedings & Abstracts*, pp. 11-22, Glas Slavonije d.d. Osijek.
6. Birkás, M., Kalmár, T., Kisić, I., Jug, D., Smutný V., Szemők, A. (2012): A 2010. évi csapadék jelenségek hatása a talajok fizikai állapotára (*The effect of rainfall events in 2010 on the physical soil conditions*). *Növénytermelés*, (61), 7-36.
7. Bottlik, L., Csorba, S., Gyuricza, C., Kende, Z., Birkás, M. (2014): Climate challenges and solutions in soil tillage. *Applied Ecol. and Environ. Res.* (12), 13-23.
8. Bozán, C., Körösparti, J., Pásztor, L., Pálfi, I. (2011): Utilisation of excess water hazarded areas in Békés county of Hungary. *Növénytermelés*, 60 (Suppl.), 349-352.
9. Csorba, S., Farkas, C., Birkás, M. (2011): Kétpórusú víztartóképesség-függvény a talajművelés-hatás kimutatásában (*Dual porosity water retention curves for characterizing the effect of soil tillage*). *Agrokémia és Talajtan*, 60 (2), 335-342.
10. Farkas, C., Birkás, M., Várallyay, G. (2009). Soil tillage systems to reduce the harmful effect of extreme weather and hydrological situations. *Biologia*, 64, 624-628, DOI: 10.2478/s11756-009-0079-6.
11. Günel, H., Korucu, T., Birkas, M., Özgöz, E., Halbac-Cotoara-Zamfir, R. (2015): Threats to Sustainability of Soil Functions in Central and Southeast Europe. *Sustainability*, 7, 2161-2188 doi:10.3390/su7022161.
12. Horváth, B. (2010): Javaslat a Tiszamenti térség fenntartható területhasználatára (integrált területfejlesztésére) Teampannon, tm\_irs\_99\_marcius\_julius\_belviz\_max\_atadottbol.tif.
13. Jug, D., Birkás, M., Jug, I., Vukadinović, V., Stipešević, B., Đurđević, B., Brozović, B. (2015): Agrotehnički aspekt biljne proizvodnje i sanacije tla nakon poplava (*Agrotechnical aspects of crop production and soil remediation after floods*), 50th Croatian and 10th International Symposium on Agriculture. 16-20 Febr., Opatija, Croatia. In: Pospisil, M. (ed.) *Proceedings*. pp. 20-27. MOTIV d.o.o., Zagreb,
14. Kalmár, T., Csorba S., Szemők, A., Birkás, M. (2011): The adoption of the rain-stress mitigating methods in a damaged arable soil. *Növénytermelés*, 60 (Suppl.), 321-324.
15. Kisić, I., Komesarović, B., Birkas, M., Gajić-Capka, M. (2015): Sanacija tala zahvaćenih poplavama (*Remediation of soils affected by floods*), 50th Croatian and 10th International Symposium on Agriculture. 16-20 Febr., Opatija, Croatia. *Proceedings Ed. Pospisil M.*) pp. 28-36. MOTIV d.o.o., Zagreb.
16. Kling, Z., Becsák-Tornay, E., Balogh, E. (2003): Az 1999 téli és 2000 tavaszi belvizek kialakulása, sajátsgai és a belvízvédekezés tapasztalatai (*Formation and peculiarity of the inundated water in winter 1999 and in summer, 2000 and experiences in the solution*). *Vízügy.hu* >>MHT XXI. vándorgyűlésén elhangzott előadások; Tartalom >>MHT XXI. vándorgyűlésén elhangzott előadások 3/1.

17. Kovács, A. D. (2004): Fundamental issues relating to the river Tisza. *New Aspects of Regional Transformation and the Urban-Rural Relationship*, pp. 105-118.
18. Kovács, T., Nagy, A., Konkolyiné Bihari, Z. (2011): Some climate phenomena in 2010 in national and global relations (in Hungarian). <http://www.met.hu/pages/2010>.
19. Kuti, L., Kerék, B., Vatai, J. (2006): Problem and prognosis of excess water inundation based on agrogeological factors. *Carpath. J. of Earth and Environmental Sciences*, 1 (1), 5 – 18.
20. Lamandé, M., Schjønning, P. (2011): Transmission of vertical stress in a real soil profile. Part I: Site description, evaluation of the Söhne model, and the effect of topsoil tillage. *Soil Tillage Res.*, 114, 57-70.
21. Pálfai, I. (1994): Az Alföld belvz-veszélyeztetettségi térképe (*Map of the inundation hazard at Great Plain*), *Vízügyi közlemények*, 76 (3-4), 278-290.
22. Pálfai, I. (2000): A belvz definíciói (*Waterlogging definitions*). In: Pálfai J: *Belvizek és aszályok Magyarországon. (Waterlogging and drought in Hungary) Hidrológiai tanulmányok (Hydrology studies)*. Közlekedési Dokumentációs Kft., pp. 17-34.
23. Pálfai, I. (2001): A belvz definíciói (*Defining inland excess water*) *Vízügyi közlemények*, 83 (3), 376–392.
24. Pálfai, I. (2010): Evaluation of the hydrology aspects of groundwater floods in 2010. *Clima-21 Brochures, Climate change – Impacts – Responses*, 61, 43-51.
25. Rakonczai, J. (2012): A belvz képződés folyamata és földtudományi háttere (*Water inundation process and geological background*). In: Nyári D. (ed.) VI. Magyar Földrajzi Konferencia, Tanulmánykötet, pp. 1128-1139.
26. Rakonczai, J., Ladányi, Zs., Deák, J. Á., Fehér, Zs. (2012): Indicators of climate change in the landscape: investigation of the soil – groundwater – vegetation connection system in the Great Hungarian Plain. In: Rakonczai J., Ladányi Zs. (eds): *Review of climate change research program at the University of Szeged (2010–2012)*. Szeged. pp. 41–58.
27. Szalai, S., Lakatos, M. (2013): Precipitation climatology of the Carpathian region and its effects on the agriculture. *Növénytermelés*, 62 (Suppl.), 315-318.
28. Szatmári, J., Leeuwen, B. /eds./ (2013): *Inland excess water*. Meriexwa, Szeged, Novi Sad.
29. Tóth, Cs., Félegyházi, E., Szabó J. (2001): The study of the Middle Tisza region dead riverbeds from the aspect of landscape rehabilitation In: Buzek L., Rzętala, M. (eds.) *Man and landscape*. Ostrava – Sosnowiec. pp. 148-155.
30. Várallyay, G. (2007): Potential impacts of climate change on agro-ecosystems. *Agriculturae Conspetus Scientificus*. 72 (1), 1–8.
31. Várallyay, G. (2010): Increasing importance of the water storage function of soils under climate change. *Agrokémia és Talajtan*, 59 (1), 7–18.
32. Várallyay, G. (2011): Water storage capacity of Hungarian soils. *Agrokémia és Talajtan*, 60. (1), 7-26.
33. Várallyay, G. (2011): Water-dependent land use and soil management in the Carpathian basin. *Növénytermelés*, 60 (Suppl.), 297-300.
34. Várallyay, G. (2014): Moisture regime and biogeochemical cycles of element in soil. *Növénytermelés*, 63 (Suppl.), 217-220.
35. *Vízügy (2011): Tájékoztató a 2010-2011 évi belvz helyzetről (Information about inundation water situation in years 2010-2011)* 2011.02.02. <https://www.vizugy.hu/print.php?webdokumentumid=280>.
36. <http://www.vg.hu/gazdasag/gazdasagpolitika/idozitt-bomba-a-belviz-443921>.



## Fenomen suviška vode - dugotrajna remedijacija

### Sažetak

Neviđene, vodom uzrokovane štete pojavile su se u Centralnoj i Jugoistočnoj Europi zadnje godine u takvoj mjeri da zahtijevaju iznalaženje načina za obranu i sada i ubuduće. S tim na umu, povećana brojnost ekstremnih situacija mogu se predvidjeti u danom prostoru, uzimajući u obzir bilo optimistične bilo pesimistične scenarije promjene klime. Područje se suočava s čestim poplavama, najviše uslijed geoloških formacija. Uz poplave, i zadržavanje vode je također rastući problem. Stagnacija vode je utvrđena kao stvarna prijetnja u niskim reljefnim formacijama, te u prostoru oko rijeka. U ovoj studiji sumirani su razlozi zadržavanja vode, te prezentirani rezultati koji mogu upotpuniti znanje o utjecaju poplava na stanje tla. Razlike između prirodnog zadržavanja vode i stagnacije vode uzrokovane ljudskim aktivnostima čine se očiglednima nakon povlačenja vode. Prikazani su također stupnjevi narušavanja kvalitete tla uslijed stresa nedostatka vode, kao i stresa uslijed djelovanja stagnantne vode. Prijetnjama od stagnacije vode može se pristupiti s različitih aspekata, no potencijalne prijetnje zahtijevaju praktična rješenja. Naši prijedlozi se zasnivaju na otkrićima izvedenima iz višegodišnjih pokusa i monitoringa tala koja su pretrpjela djelovanje stagnantnih voda.

**Ključne riječi:** vodni stres, stanje tla, remedijacija tla, praktična rješenja

# Mlijeko kopitara, tehnologija proizvodnje i plasmana

Ante Ivanković<sup>1</sup>, Klemen Potočnik<sup>2</sup>, Mirjana Baban<sup>3</sup>, Jelena Ramljak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska, e-mail: aivankovic@agr.hr*

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

<sup>3</sup>*Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska*

## Sažetak

Mlijeko kobilica i magarica namirnica je koja zadnjih godina pobuđuje značajnu pozornost. Premda neki narodi Azije redovito konzumiraju mlijeko kopitara tisućljećima, na području Europe uglavnom je korištena u skromnoj količini kao funkcionalna namirnica, u prehrani djece i liječenju nekih bolesti. Mlijeko kobilica i magarica zadnjih je desetljeća bilo predmet više istraživanja, no još se uvijek zapaža određena sumnjičavost naspram njihove nutritivne i funkcionalne vrijednosti. Zapaža se određeno nepoznavanje tehnologije proizvodnje mlijeka kopitara, od pripreme životinja za mužnju do zbrinjavanja pomuzenog mlijeka. Higijenska i zdravstvena ispravnost mlijeka iziskuje posebnu pažnju. Premda je u aktualnoj gospodarskoj situaciji dio uzgajivača zainteresiran za ovaj vid proizvodnje, nedovoljna tržišna prepoznatljivost otežava plasman mlijeka i razvoj proizvodnje. Prerada mlijeka u proizvode dodane vrijednosti iziskuje znanje, vještine i investicije, što najvećem dijelu uzgajivača čini nepremostivu prepreku. Cilj rada je davanje prikaza nutritivne vrijednosti mlijeka kobilica i magarica, tehnologije proizvodnje i mogućnosti plasmana mlijeka kopitara i proizvoda u kojima je mlijeko kopitara sastavna komponenta.

**Ključne riječi:** mlijeko, kopitari, karakterizacija, tehnologija, marketing

## Uvod

Mlijeko kopitara u aktualno vrijeme još je uvijek na području Europe rijetka i egzotična namirnica. Tisućama se godina koristilo za liječenje, prehranu ili njegovanje ljepote. U Kini je kobilje mlijeko korišteno više od tri tisućljeća kao "medicinski pripravak" u liječenju, posebice jačanju imunološkog sustava. Carevi dinastije Ming prozvali su mlijeko kobilica "božanskim nektarom". Herodot prije dva i pol tisućljeća navodi da kobilje mlijeko "hrani, jača i obnavlja energiju", dok Homer u "Ilijadi" spominje kobilje mlijeko. Đingis Kan je svakodnevno pio kobilje mlijeko vjerujući da daje snagu njegovim ratnicima, zdravlje njegovoj djeci i ljepotu njegovim ženama. Za svakodnevnu Kleopatrinu "mliječnu kupku" uzgajano i muženo je oko 700 magarica. Hipokrat je koristio magareće mlijeko za liječenje raznih bolesti, otrovanja te za zalječenje rana. Grci su kobilje mlijeko smatrali lijekom a Rimljani luksuznim napitkom. Do sredine devetnaestog stoljeća u Europi je mlijeko magarice bilo glavna zamjena za majčino mlijeko. U Francuskoj su pokraj prihvatilišta za napuštenu djecu gradili farme magarica kojima su osiguravali potrebno mlijeko. U trgovinama su mlijeko magarica uglavnom kupovale imućnije osobe. U Rusiji se u devetna-

estom stoljeću mlijeko kobilja koristi za liječenje tuberkuloze. Nomadi Mongolije, Kazahstana i Kirgistanu piju i danas gotovo svakodnevno kobilje mlijeko, svježe ili fermentirano (kumis). Doreau i Martin-Rosset (2002.) navode da 30 milijuna ljudi širom Azije svakodnevno konzumira kobilje mlijeko. U dvadesetom stoljeću interes potrošača Europe za mlijekom kopitara počinje rasti. Godišnje se u Europi proizvede oko 1.000 tona kobiljeg mlijeka. Njemačka, Italija i Francuska su među prvima započele s proizvodnjom kobiljeg mlijeka, koja se potom proširila na Nizozemsku, Norvešku i Belgiju, gdje se otvaraju specijalizirane farme za proizvodnju kobiljeg mlijeka. Najveće tržište za kobilje mlijeko je u Rusiji i Francuskoj. Proizvodnja mlijeka kopitara u Hrvatskoj je zanemariva, vrlo rijetka u kontinentalnom te nešto učestalija u mediteranskom dijelu. U većoj mjeri je zastupljena proizvodnja mlijeka magarica. Značajan problem razvoju proizvodnje je tržište koje ne pokazuje značajniji interes za ovom vrstom mlijeka, te posljedično tomu ne postoji ni sustavan otkup, prerada, marketing ili prodaja.

### Odlike mlijeka kopitara

Mlijeko kopitara je albuminsko mlijeko rijetke konzistencije i slatkastog okusa. Sadrži znatan udio laktoze, te manji udio proteina i mliječne masti nego mlijeko preživača, a bogato je vitaminima i mineralima. U tablici 1. dat je prikaz prosječnih odnosno graničnih vrijednosti sadržaja nutritivnih komponenti mlijeka nekih vrsta sisavaca.

Tablica 1. Kemijski sastav mlijeka različitih vrsta sisavaca (g/L; Claeys i sur., 2014.)

Vrsta	Suha tvar	Mast	Ukupni proteini	Kazein/proteini sirutke	Laktoza	Mliječni pepeo	Energija (kJ/L)
Kobila	93 - 116	3 - 42	14 - 32	1,1	56 - 72	3 - 5	1936 - 2050
Magarica	88 - 117	3 - 18	14 - 20	1,28	58 - 74	3 - 5	1607 - 1803
Krava	118 - 130	33 - 54	30 - 39	4,7	44 - 56	7 - 8	2709 - 2843
Koza	119 - 163	30 - 72	30 - 52	3,5	32 - 50	7 - 9	2802 - 2894
Ovca	181 - 200	50 - 90	45 - 70	3,1	41 - 50	8 - 10	4308 - 4439
Humano	107 - 129	21 - 40	9 - 19	0,4 - 0,5	63 - 70	2 - 3	2843
Bivolica	157 - 172	53 - 90	27 - 47	4,6	32 - 49	8 - 9	4244 - 4779
Deva	119 - 150	20 - 60	24 - 42	2,7 - 3,2	35 - 51	6,9 - 9	2410 - 3286

Laktoza, uz vrlo mali udio glukoze i galaktoze, glavni je ugljikohidrat mlijeka kopitara koji mlijeku daje specifičan slatkast okus (Doreau i Boulot, 1989., Doreau i sur., 1986., Santos i Silvestre, 2008.). Stadij laktacije kao i sezona značajno utječe na sadržaj laktoze u mlijeku. Udio laktoze niži je početkom nego sredinom i krajem laktacije (Ullrey i sur., 1966., Doreau i sur., 1992., Mariani i sur., 2001., Salimei i sur., 2002.) te niži tijekom proljeća i jeseni (Salimei i sur., 2008.).

Mlijeko kopitara siromašno je mliječnom mašću, posebice mlijeko magarica (0,38-0,54 %; Salimei i sur., 2004a., Giosue i sur., 2008., Martemucci i D'Alessandro, 2012.). Mliječna mast je emulgirana u obliku masnih globula, promjera od 2-3  $\mu\text{m}$ . Malacarne i sur. (2002.) te Pikul i Wójtowski (2008.) navode da mliječna mast kopitara sadrži visoki udio povoljnih nezasićenih masnih kiselina. Sadrži relativno visoki udio palmitoleinske, linolne i linolenske kiseline (Doreau i Boulot, 1989., Doreau i sur., 1992., Malacarne i sur., 2002.). Navode da je odsutnost hidroke-

nacije masnih kiselina u probavnom sustavu glavni razlog visokog sadržaja linolne i linolenske kiseline. Udio mliječne masti u mlijeku magarica odmakom laktacije se smanjuje od 0,45 % do 0,22 % (Ivanković i sur., 2009.). Osim o stadiju laktacije, udio mliječne masti ovisi i o pasmini (Santos i Silvestre, 2008., Caroprese i sur., 2007., Wells i sur., 2012., Di Cagno i sur., 2004.) i načinu mužnje. Caroprese i sur. (2007.) navode da je strojna mužnja bolja u odnosu na ručnu, jer potiče potpunije pražnjenje vimena što podržava veći udio mliječne masti. Mlijeko magarice ima nižu energetska vrijednost ( $1,76 \text{ MJ kg}^{-1}$ ) od kobiljeg ( $2,10 \text{ MJ kg}^{-1}$ ) ili humanog mlijeka ( $2,60 \text{ MJ kg}^{-1}$ ; Salimei i Frantuz, 2012.).

Udio proteina u mlijeku je skroman. Odmakom laktacije udio proteina u mlijeku kopitara se smanjuje, posebice tijekom *kolostralnog* perioda (Salimei i sur., 2002.). Udio kazeina je oko 50 % od ukupnih proteina (Doreau Boulot, 1989., Csapó - Kiss i sur., 1995., Malacarne i sur., 2002.). Sadržaj  $\beta$ -laktoglobulina u mlijeku magarice ( $3,75 \text{ mg/mL}$ ) viši je nego u kravljem ( $3,3 \text{ mg/mL}$ ) ili kobiljem mlijeku ( $3,0 \text{ mg/mL}$ ), dok je sadržaj alaktalbumina ( $1,8 \text{ mg/mL}$ ) bliži humanom ( $1,6 \text{ mg/mL}$ ) nego kobiljem mlijeku ( $3,3 \text{ mg/mL}$ ; Polidori i sur., 2010.). Udio lizozima u mlijeku kopitara ( $1,0 \text{ mg/mL}$ ) značajno je veći od udjela u kravljem i kozjem (u tragovima) ili humanom mlijeku ( $0,12 \text{ mg/mL}$ ; Polidori i sur. 2010.). Mlijeko kopitara bogatije je cistinom i glicinom od većine mlijeka drugih vrsta (Doreau i Boulot, 1989.).

Udio mineralne komponente u mlijeku kopitara je od 0,3 do 0,5 % te je usko vezan s sadržajem proteina koji uključuju kalcij i fosfor (Davies i sur., 1983.). Tako koncentracija kalcija iznosi 0,5 do  $1,5 \text{ g/kg}$ , fosfora 0,2 do  $1,2 \text{ g/kg}$ , magnezija 0,04 do  $0,11 \text{ g/kg}$ , natrija 0,07 do  $0,2 \text{ g/kg}$  i kalija 0,3 do  $0,8 \text{ g/kg}$  (Schryver i sur., 1986., Smolders i sur., 1990.), a klora od  $0,3 \text{ g/kg}$  do  $0,6 \text{ g/kg}$  (Deskur i sur., 1978.). Pozitivna korelacija između sadržaja Ca, P i Mg pojašnjenja je stvaranjem kazeinskih micela koje se sastoje od spomenutih minerala, odnosno njihov opadajući trend krajem laktacije radi smanjenja udjela kazeina (Fantuz i sur., 2011.). Pasma, stadij laktacije i vrijeme mužnje nemaju značajan utjecaj na udio minerala.

Udio vitamina u mlijeku varira tijekom godine, prvenstveno zbog konzumacije različitih sezonskih krmiva. Udio vitamina A najviši u svibnju i lipnju, odnosno u vrijeme ispaše. U odnosu na kravlje, kobilje mlijeko sadrži od 5 do 7 puta više C vitamina (Đorđević, 1982). Njegova količina u mlijeku magarice iznosi  $35 \mu\text{g/mL}$  (Mariani, 2010.).

## Učinci mlijeka kopitara na zdravlje potrošača

Povoljan učinak mlijeka kopitara na metabolizam, kondiciju, rast i razvoj djece proizlazi iz sadržaja komponenti kao što su: lizozim, laktoferin, bioaktivni peptidi, inzulin faktor rasta 1, trijod tironin, gerlin i drugi pronađeni i u humanom mlijeku. Bitna odlika mlijeka kopitara je inhibirajuća razvoja mikroorganizama koja povećava imunološku sposobnost organizma konzumenata. Poznato je da su lizozim i laktoferin odgovorni za antimikrobno djelovanje u mlijeku kopitara. Lizozim je postojan na djelovanje kiselina i proteaza u probavnom sustavu, pa u crijeva dolazi nepromijenjen i ima značajnu imunološku funkciju, posebice na Gram pozitivne bakterije (Kato, 2003.). Količina lizozima u mlijeku magarice i kobile je gotovo identična ( $1,33$  i  $1,43 \text{ g/L}$ ) i slična količini u humanom mlijeku ( $0,1$ - $0,89 \text{ g/L}$ ). Količina laktoferina kobiljeg i humanog mlijeka je vrlo slična (do  $2,0 \text{ g/L}$ ). Njihov povećan sadržaj u direktnoj je vezi sa smanjenim sadržajem mikroorganizama i somatskih stanica mlijeka kopitara.

Alergija na proteine kravljeg mlijeka (engl. Cow's milk protein allergy; CMA) predstavlja jedan od značajnih problema koju pokazuje 5-15% djece u svijetu. Kazein ( $\alpha_{s1}$ -kazein) se smatra glavnim alergenom, koji je u mlijeku kobile ( $2,4 \text{ g/L}$ ) i magarica (u tragovima) zastupljen u maloj količini u odnosu na kravlje ( $25$ - $28 \text{ g/L}$ ). Stoga se kaže da mlijeko kopitara ima hipoalergijske

karakteristike što ga čini pogodnom namirnicom u prehrani osoba sa CMA reakcijom. Frakcija  $\beta$ -laktoglobulina prisutna je u mlijeku kopitara i preživača u vrlo sličnim omjerima (od 2,5 do 3,3 g/L) dok je u humanom mlijeku nema, što također može biti uzrokom alergijske reakcije djece kod konzumacije kravljeg ili mlijeka kopitara. Iako su alergijske reakcije kod konzumiranja mlijeka kopitara vrlo rijetke, one su moguće. Tako je Buscino i sur. (2000.) primijetio alergijsku reakciju kod jednog od 25 djece s CMA, s lakšim simptomima. No, mlijeko kobile i magarice se može smatrati funkcionalnom namirnicom u prehrani osoba alergičnih na proteine kravljeg mlijeka jer je manja mogućnost interakcija proteinskih komponenti mlijeka kopitara s komponentama kravljeg mlijeka, nego interakcija proteina kravljeg mlijeka s proteinima ovčjeg ili kozjeg mlijeka. To je potvrđeno u istraživanju Monti i sur. (2012.) kad je 90,2 % djece sa CMA nakon 3 mjeseca konzumacije mlijeka magarice pokazalo pravilan rast i razvoj i dobivanje na težini. Netolerancija na laktozu podrazumijeva nemogućnost probavljanja laktoze zbog nedostataka enzima laktaze u organizmu čovjeka. Mlijeko svih vrsta životinja sadrži laktozu u određenoj količini. Ovaj poremećaj može se premostiti uporabom tehnologija za proizvodnju mlijeka bez laktoze (tzv. lactose-free proizvodi) ili sa smanjenim sadržajem laktoze, kod kojih se laktoza razdvaja na glukozu i galaktozu prije konzumacije. U mlijeku se može fermentacijom smanjiti (promijeniti) sadržaj laktoze. Na taj način dobijemo proizvode sa smanjenim sadržajem laktoze kao npr. jogurt, kefir, kumis, kiselo mlijeko i druge.

### **Tehnologija proizvodnje mlijeka kopitara**

Tehnologija proizvodnje mlijeka kopitara uvažava dva osnovna laktacijska i reproduktivna intervala koji se međusobno prepliću. Gravidnost se okončava ždrjebljenjem koje ujedno predstavlja početak laktacije, sinteze i otpuštanja mlijeka. Laktacija započinje neposredno prije ili nakon ždrjebljenja, lučenjem i sekrecijom prvog kolostruma, a završava zasušenjem odnosno zadnjom mužnjom ili sisanjem. Tijekom laktacije u alveolama vimena događa se sinteza mlijeka, odnosno oblikovanje i izlučivanje komponenti koje čine mlijeko, mliječne masti, proteina, laktoze, minerala i vitamina. Premda laktacija prosječno traje pet do osam mjeseci, često se bilježe laktacije i duže od godine dana. Uobičajeno u trećem mjesecu laktacije postižu najveću proizvodnju, a nakon tog "laktacijskog luka" proizvodnja mlijeka je u silaznom trendu. Laktacija završava zasušenjem. Do zasušenja dolazi od nekoliko mjeseci do nekoliko tjedana prije narednog ždrjebljenja.

Tehnologija proizvodnje mlijeka primarno treba biti usredotočena na redovitu (pravodobnu) i pravilnu mužnju, održavanje higijenske kvalitete mlijeka. Budući da je za sintezu i sekreciju mlijeka nužna neposredna nazočnost mladunčeta, tehnologija proizvodnje treba izuzetnu pažnju posvetiti uzgoju zdravog i vitalnog pomlatka. Mužnja započinje od sredine drugog do kraja trećeg mjeseca laktacije, kada mladunče nije ovisno isključivo o majčinom mlijeku te kad je priviknuto na konzumiranje drugih vrsta krmiva.

Prvenstveno zbog malog volumena vimena (od 0,5 do 2,0 L) kobile i magarice se muzu svaka dva do tri sata, uglavnom danju. Ovakvim pristupom, moguće je dnevno obaviti osam mužnji. Međutim, u pravilu se noćna mužnja ne prakticira već se noću mladunčad puštaju da sisaju.

Mužnja je ključna faza u proizvodnji mlijeka. Može se provoditi strojno ili ručno. Ručna mužnja je opravdana na manjim gospodarstvima, dočim je strojna mužnja povoljnija na mliječnim farmama s većim brojem jedinki u mužnji (20 i više). Strojna mužnja se uglavnom provodi na specijaliziranim farmama za proizvodnju mlijeka. Kobile i magarice brzo se naviknu na strojnu mužnju. Količina tako proizvedenog mlijeka je veća za oko 30% u odnosu na ručnu mužnju, a higijenska kvaliteta mlijeka je također bolja. Razlozi manje zastupljenosti strojne mužnje u praksi su: potreba investicije u nabavu uređaja za mužnju, potreba izgradnje stacionarnog izmuzišta,

veći utrošak vremena na pripremu opreme za mužnju, utrošak vremena i sredstava na pranje i čišćenje opreme nakon mužnje, nepogodnost strojne mužnje za mužnju na pašnjaku i drugo. Ručna ili strojna mužnja treba slijedom predviđene slijedeće radne operacije kao i vremenske intervale u kojima se navedene operacije izvode, i to: odvajanje ždrjebadi od kobilama prije prve mužnje, priprema kobilama za prvu mužnju, mužnja, zbrinjavanje mlijeka, zbrinjavanje opreme za mužnju te pridruživanje ždrjebadi kobilama nakon zadnje dnevne mužnje.

Odvajanje ždrjebadi prije mužnje treba biti pažljivo, bez grubih postupaka. Najbolje je mladunčad premjestiti u zaseban grupni boks koji je neposredno uz boks majke, tako da ju vidi i mirisno osjeti. Treba im osigurati vodu, sijeno i manju količinu smjese. Mužnja kobile počinje pripremom vimena, a završava izmuzivanjem mlijeka iz vimena. Tijekom cijele mužnje potrebno je obazrivo se odnositi i postupati s kobilom jer svaki stres dovodi do lučenja adrenalina koji prekida djelovanje oksitocina, hormona odgovornog za sintezu i otpuštanje mlijeka. Nakon pristupanja kobilama na stajalištu, odnosno dolaska kobile na muznu poziciju u izmuzištu, potrebno je obazrivo i lagano obrisati vime čistim vlažnim ubrusom (papirnim ili tekstilnim). Tijekom brisanja vimena laganim polukružnim pokretima treba potaknuti hipofizu na lučenje oksitocina. Nakon brisanja vimena, ono treba biti čisto i suho, spremno za ručnu mužnju ili postavljanje sisnih čaški na vime.

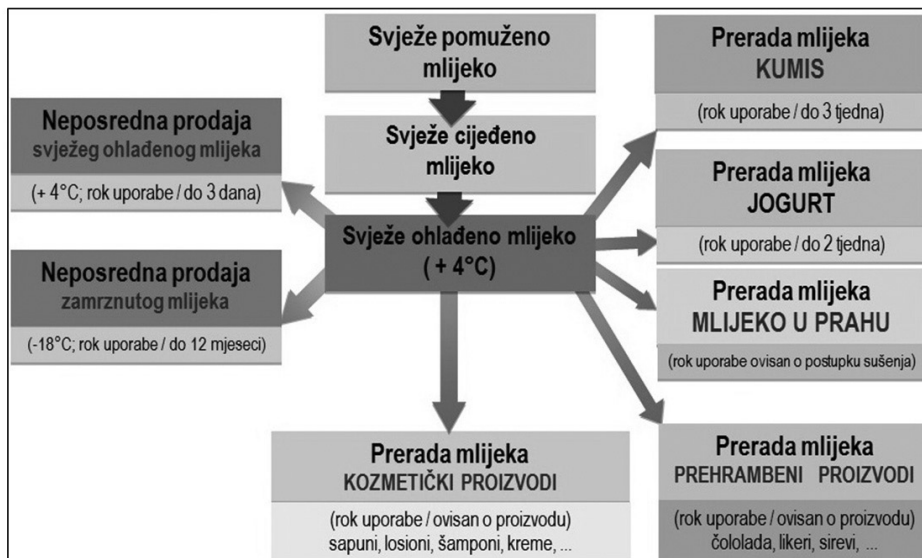
Ručna mužnja kreće odmah, neposredno nakon brisanja vimena. Mužnja traje od jedne do dvije minute. Tijekom mužnje uočava se faza mužnje u kojoj se izmuzuje mlijeko iz cisterni, slijedi kraća faza "slijepa mužnja" te drugi "val" alveolarnog mlijeka koje udjelom može biti zastupljeno i do 30 %. Alveolarno mlijeko je bogatije mliječnom masti (0,5 do 1,1 %) nego mlijeko iz cisterni vimena (0,15 %) ali siromašnije u odnosu na rezidualno mlijeko (3,5 do 7,2 % mliječne masti) radi čega je važno izmisti ga odnosno obaviti kompletnu mužnju (Caroprese i sur., 2007.). Strojna mužnja također kreće odmah nakon pripreme vimena na način da se dvije sisne čaške muznog aparata stavljaju na sise kobile. Nakon namještanja muznog uređaja počinje mužnja. Preporučena razina vakuuma u muznim uređajima za kobile je oko 42-45 kPa (u literaturi ima preporuka u rasponu 32 do 50 kPa) (Caroprese, 2007., Doreau, 1991., Salimei, 2004a., Salimei, 2004b.). Preporučeni broj taktova u minuti strojeva za mužnju kobilama je 120 u minuti (Salimei i sur., 1996.). Omjer trajanja takta kompresije i takta sisanja najčešće je 1:1, odnosno 50:50. Ukoliko je okončana mužnja svih kobilama, slijedi postupak zbrinjavanja mlijeka, potom zbrinjavanja i čišćenja nakon čega se farmer može posvetiti drugim aktivnostima. Nakon završetka mužnje pristupa se zbrinjavanju mlijeka što uključuje iznošenje posude s mlijekom iz izmuzišta, dopremanje mlijeka u prostoriju za obradu i pakiranje, procjeđivanje i hlađenje mlijeka, te u konačnici njegovo pakiranje u odgovarajuću ambalažu.

## Plasman mlijeka kopitara

Svježe mlijeko je sekret mliječne žlijezde dobiven mužnjom zdravih muznih životinja od osmog dana nakon poroda do zasušenja, pravilno hranjenih i držanih, kojem ništa nije dodano niti oduzeto i nije zagrijavano na temperaturu višu od 40°C. Sirovo mlijeko najkasnije dva sata nakon mužnje treba biti ohlađeno od 4°C i pri toj temperaturi čuvati do daljnje prerade. Ne smije sadržavati mehaničke nečistoće, dodanu vodu, farmakološke rezidue, antibiotike, pesticide, deterdžente i druge štetne tvari. Mlijeko kobilama ili magarica pripada skupini ostalih mlijeka i kao takva nisu standardizirana u pogledu minimalnih količina sadržaja mliječne masti, proteina, odnosno suhe tvari bez masti.

Ivanković i sur. (2014.) navode da se procjeđivanje mlijeka treba vršiti kroz višeslojnu mljekarsku maramu koja izdvaja eventualne mehaničke nečistoće iz mlijeka (slika 1.). Mlijeko se potom hla-

di. Ohlađeno mlijeko na 4°C je postojanije u čuvanju u odnosu na mlijeko koje se nakon mužnje nije ili se sporo hladilo. Temperatura mlijeka od 4°C, uz lizozime i druge aktivne tvari značajno usporava razmnožavanje mikroorganizama kao i druge nepoželjne promjene u mlijeku. Mlijeko predviđeno za plasman kao "svježe" ili "zamrznuto" u pravilu se ne podvrgava pasterezaciji, kako se ne bi denaturirali termolabilni proteini, koji ga čine osobitim. Može se provesti inaktivacija mikroorganizama niskom termalizacijom, zagrijavanjem do temperature od 63-65°C/15 s. Međutim, ukoliko se mlijeko prerađuje u kumis ili neki drugi fermentirani proizvod, opravdana je niska (63-65°C/30 min) ili srednja pasterezacija (72-75°C/15-30 s).



Slika 1. Postupak s mlijekom kopitara nakon mužnje (Ivanković i sur., 2014.)

Mlijeko se uobičajeno pakira u posude (plastične ili staklene) zapremnine prikladne načinu potrošnje (od 0,1 do 1 L). Bočice za pakiranje svježeg mlijeka mogu biti plastične i/ili staklene. Prije početka punjenja mlijeka, bočice trebaju biti sterilne kako bi održivost mlijeka bila duža, odnosno, kako ne bi došlo do kvarenja i promjena svojstava mlijeka. Sam proces punjenja mlijeka u bočice za prodaju treba se odvijati unutar "hladnog lanca". Takvo mlijeko se uobičajeno pakira u bočice od 0,25 do 1 L, jer je 0,25 L preporučena doza za konzumiranje u terapijske svrhe. Održivost svježeg mlijeka pravilno pohranjenog je do 3 dana. U razdoblju intenzivne mužnje (proljeće i ljeto) dio mlijeka koji se ne može plasirati za potrošnju u svježem obliku se zamrzava i čuva do potrošnje ili prerade. Takvo mlijeko se prije zamrzavanja pakira u plastičnu ambalažu, propisno označava i hladi.

Mlijeko kopitara radi složenosti prodaje u svježem obliku najčešće se zamrzava i kao takvo plasira na tržište. Svježe mlijeko može se zamrznuti i tako pohranjeno čuvati do dvanaest mjeseci ili preraditi u proizvode (kumis, mlijeko u prahu, itd.). U proizvodnji zamrznutog mlijeka također treba voditi računa o higijenskim uvjetima prostorije, opreme i ambalaže s kojom mlijeko dolazi u doticaj. Prije zamrzavanja mlijeko se pakira u vrećice ili plastične bočice, budući staklene bočice zamrzavanjem mogu popucati. Mlijeko se može pakirati u vrećice koje se nakon hermetičkog zatvaranja pohranjuju u zamrzivač. Zamrzavanje mlijeka na ovakav način ima nekoliko pred-



nosti, brže se i ravnomjernije hladi u tankom sloju. Dva su moguća načina zamrzavanja svježeg mlijeka: klasična metoda postupnim zamrzavanjem u zamrzivaču ili šok-hlađenje pri kojem se temperatura za tri sata spušta na 18°C. Važno je da se temperatura mlijeka snižava linearno, odnosno jednakomjerno u cijelom uzorku mlijeka. Druga metoda pokazala se boljom jer u manjoj mjeri dolazi do oštećenja membrane masnih globula. Odmrzavanje mlijeka treba biti postupno, u hladnjaku ili uranjanjem zamrznutog mlijeka u posudu s toplom vodom. Preporuča se konzumacija hladnog mlijeka neposredno nakon odmrzavanja. Jednom odmrznuto mlijeko ne smije se ponovno zamrzavati, već ga treba odmah u cijelosti konzumirati.

Ivanković i sur. (2014.) navode da se mlijeko može preraditi u mlijeko u prahu, odnosno ugraditi u kozmetičke proizvode (sapune, losione, kreme, šampone i druge proizvode) ili prehrambene delicije (likere, čokolade, sireve i druge proizvode). Liofilizacija mlijeka je opravdana tek kada se raspolože kontinuiranom količinom mlijeka za preradu. Ugrađivanje mlijeka u kozmetičke ili druge proizvode iziskuje veliko znanje i iskustvo, cjelovitu opremu za preradu, udovoljavanje složenoj legislativi registracije pogona za preradu, uvođenje sustava kontrole kvalitete svih sastavnica gotovog proizvoda, oblikovanje deklaracije za proizvod te označavanje (deklariranje) proizvoda sukladno zakonskim odrednicama. Pogoni za preradu mlijeka u kozmetičke proizvode su opravdani kada ih podržavaju određena jača interesna proizvodna udruženja (udruge uzgajivača i/ili prerađivača).

U Republici Hrvatskoj tri su autohtone pasmine konja i tri autohtone pasmine magraca koje su izgubile svoju izvornu radnu funkciju. Kao jedna od mogućnosti afirmacije dijela populacije izvornih pasmina kopitara je uključivanje gospodarstava u programe proizvodnje mlijeka. Jagar (2014.) analizirajući ukupne troškove proizvodnje (nabava ždrjebnih kobila i magarica, nabava hrane, veterinarski troškovi, komunalije, stelja i troškovi dva stalno zaposlena radnika) te prihode gospodarstva (proizvedeno mlijeko, poticaji) zaključuje da su ukupni godišnji prihodi sustava proizvodnje mlijeka kobila i magarica veći od ulaznih troškova te da je ovaj vid proizvodnje profitabilan. Iskustva s terena ukazuju da u Dalmaciji i Istri postoji interes za proizvodnjom mlijeka magarica, dočim interes uzgajivača hrvatskog posavca ili hrvatskog hladnokrvnjaka za ovim vidom proizvodnje je zanemareno.

## Zaključak

Mlijeko kobila i magarica zadnjih desetljeća budi interes potrošača i istraživača. Odlike mlijeka kobila i magarica dijelom su istražene, uz određene dvojbe o povezanosti određenih mikro komponenti sa funkcionalnim učincima mlijeka na zdravlje konzumenta. Funkcionalni učinci zapravo su potrošačima interesantniji od same nutritivne vrijednosti mlijeka kao namirnice. Tehnologija proizvodnje mlijeka kopitara još uvijek nije dovoljno poznata široj javnosti, te su zamjetna određena nesnalaženja proizvođača koji ulaze u ovakve sustave proizvodnje. Pretpostavka razvoju same proizvodnje mlijeka kopitara je razvoj tržišta mlijeku i mliječnim proizvodima. Neposredni proizvođači dio mlijeka plasiraju neposredno na vlastitom gospodarstvu. Prerada mlijeka u fermentirane proizvode (kumis, jogurt) ili kozmetičke pripreme iziskuje specifična znanja, vještine i opremu. Održivu proizvodnju mlijeka kopitara treba razvijati u punini, od proizvođača do potrošača, uz nastojanje diversifikacije same palete proizvoda. Potrošači kao generator tržišne potražnje trebaju biti na primjeren način informirani o svojstvima mlijeka kopitara, kako bi od njegovom konzumacijom ostvarili realne učinke.



## Literatura

1. Buscino, L., Giampietro, P. G., Lucenti, P., Lucaroni, F., Pini, C., Di Felice, G., Iacovacci, P., Curadi, C., Orlandi, M. (2000): Allergenicity of mare's milk in children with cow milk allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* (105), 1031-1034.
2. Caroprese, M., Albenzio, M., Marino, R., Muscio, A., Zezza, T., Sevi, A. (2007): Behaviour, milk yield, and milk composition of machine and hand-milked Murgesse mares. *Journal of Dairy Science* 90, 2773-2777.
3. Claeys, W. L., Verraes, C., Cardoen, S., De Block, J., Huyghebaert, A., Raes, K., Dewettinck, K., Herman, L. (2014): Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Control* (42), 188-201.
4. Csapó-Kiss, Z., Steflera, J., Martina, T. G., Makraya, S., Csapó, J. (1995): Composition of Mares' Colostrum and Milk. Protein Content, Amino Acid Composition and Contents of Macro- and Micro-elements. *International Dairy Journal* (5), 403-415.
5. Davies, D. T., Holt, C., Christie, W. W. (1983): The composition of milk. T. B. Mepham, *Biochemistry of Lactation*. Elsevier, Amsterdam, 71-117.
6. Deskur, S., Leonhard-Kluz, I., Grochowalski, K., Rychwalska-Nahlik, M. (1978): Występowanie białek w żrebiąt w czasie rui poźrebiętej klaczy matki a skład białek serwatkowych mleka. *Rocz. Nauk. Zootech.* 5, 115-127.
7. Di Cagno, R., Tamborrino, A., Gallo, G., Leone, C., De Angelis, M., Faccia, M. (2004): Uses of mares' milk in manufacture of fermented milk. *International Dairy Journal* 14, 767-775.
8. Doreau, M., Boulot, S. (1989): Methods of measurement of milk yield and composition in nursing mares: a review. *Lait* 69, 159-171.
9. Doreau, M., Martin-Rosset, W. (2002): Dairy animals: horse. U: *Encyclopedia of dairy sciences* (ur. H. Roginski, J. A. Fuquay i P. F. Fox ), London, UK, Academic Press.
10. Doreau, M., Boulot, S., Martin-Rosset, W., Robelin, J., Dubroeuq, H., Lefaivre, R. (1986): Relationship between nutrient intake, growth and body composition of the nursing foal. *Reproduction, Nutrition, Development* 26, 683-690.
11. Doreau, M. (1991): Le lait de jument. *INRA Prod. Anim.* 4, 297-302.
12. Doreau, M., Boulot, S., Chilliard, Y. (1992): Yield and composition of milk from lactating mares: Effect on body condition and foaling. *Journal of Dairy Research* 60, 457-466.
13. Đorđević, J. (1982): Mleko. Naučna knjiga, Beograd.
14. Fantuz, F., Ferraro, S., Todini, L., Piloni, R., Mariani, P., Salimei, E. (2011): Donkey milk concentration of calcium, phosphorus, potassium, sodium and magnesium. *International Dairy Journal* . doi:10.1016/j.idairyj.10.013.
15. Giosuè, C., Alabiso, M., Russo, G., Alicata, M. L., Torrisi, C. (2008): Jennet milk production during the lactation in a sicilian farming system. *Animal*, 2, 1491-1495.
16. Ivanković, A., Ramljak, J., Štulina, I., Antunac, N., Bašić, I., Kelava, N., Konjačić, M. (2009): Characteristics of the lactation, chemical composition and milk hygiene quality of the Littoral-Dinaric ass. *Mljekarstvo* 59 (2), 107-113.
17. Ivanković, A., Potočnik, K., Ramljak, J., Baban, M., Antunac, N. (2014): Mlijeko kobila i magarica. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb, 2014.
18. Jagar, D. (2014): Osobitosti, tehnologija proizvodnje i kizikalno-kemijskog sastava kobiljeg i magarećeg mlijeka. Diplomski rad, Agronomski Fakultet, 2014.
19. Kato, A. (2003). Lysozyme. U: *Handbook of Enzymology*. Marcel Dekker. New York.
20. Malacarne, M., Martuzzi, F., Summer, A., Mariani, P. (2002): Protein and fat composition of mare's milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk. *International Dairy Journal* 12, 869-877.

21. Mariani, P., Summer, A., Martuzzi, F., Formaggioni, P., Sabbioni, A., Catalano, A. L. (2001): Physico-chemical properties, gross composition, energy value and nitrogen fractions of Halflinger nursing mare milk throughout 6 lactation months. *Animal Research* 50, 415-425.
22. Mariani, P. L. (2010): Donkey milk nutraceutical characteristics: A biochemical evaluation of nutritio-us and clinical properties. University of Camerino, Doctorate course in "Ageing and Nutrition" XXII Series 1-73.
23. Martemucci, G., D'Alessandro, A. G. (2012): Fat content, energy value and fatty acid profile of donkey milk during lactation and implications for human nutrition. *Lipids in Health & Disease* 11, 1-14.
24. Monti, G., Viola, S., Baro, C., Cresi, F., Tovo, P. A., Moro, G., Ferrero, M. P., Conti, A., Bertino, E. (2012): Tolerability of donkey's milk in 92 highly-problematic cow's milk allergic children. *Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents* 26 (3), 75-82.
25. Pikul, J., Wójtowski, J. (2008): Fat and cholesterol content and fatty acid composition of mares' colostrums and milk during five lactation month. *Journal of Dairy Research* 75, 302-309.
26. Polidori, P., Beghelli, D., Mariani, P., Vincenzetti, S. (2010): Donkey milk production: State of the art. *Ital. J. Anim. Sci.* 8, 677-683.
27. Salimei, E., Varisco, G., Rosi, F. (2002): Major constituents, leptin, and non-protein nitrogen compounds in mares' colostrum and milk. *Reproduction Nutrition Development* 42, 65-72.
28. Salimei, E., Maglieri, C., Varisco, G., La Manna, V., Fantuz, F. (2008): Ass's milk yield and composition during lactation. In 60th annual meeting of the European Association for Animal Production. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, (book of abstracts, 428).
29. Salimei, E., Fantuz, F. (2012): Equid milk for human consumption. *International Dairy Journal* 24, 130-142.
30. Salimei, E., Cattaneo, M., Chiofalo, B., Dell'Orto, V. (1996): Exploitation of mare's milk by polyunsaturated fatty acids enrichment. U: Food and health: Role of animal products (ur: G., Enne i G.F. Greppi), Milano, Italy, Biofutur Elsevier Publisher, 223-227.
31. Salimei, E., Fantuz, F., Coppola, R., Chiofalo, B., Polidori, P., Varisco, G. (2004a): Composition and characteristics of ass's milk. *Animal Research* 53, 67-78.
32. Salimei, E., Fantuz, F., Simoni, A., Varisco, G., Chiari, C. (2004b): Ass's milking machine: first results on residual milk. U: Proceedings of 6th congress new findings in equine practices, Campobasso, Italy.
33. Santos, A. S., Silvestre, A. M. (2008): A study of Lusitano mare lactation curve with Wood's model. *Journal of Dairy Science* 91, 760-766.
34. Schryver, H. F., Oftedal, O. T., Williams, J., Cymbaluk, N. F., Antczak, D., Hintz, H. F. (1986): A comparison of the mineral composition of milk of domestic and captive wild equids (*Equus Przewalski*, *E. Zebra*, *E. Burchelli*, *E. Caballus*, *E. Assinus*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 85 (2), 233-235.
35. Smolders, E. A. A., Van der Veen, N. G., Van Polanen, A. (1990): Composition of horse milk during the suckling period. *Livestock Production Science* 25, 163-171.
36. Ullrey, D. E., Struthers, R. D., Hendricks, D. G., Brent, B. E. (1966): Composition of mare's milk. *Journal of Animal Science* 25, 217-222.
37. Wells S., Ferwerda N., Timms L. L. (2012): Evaluation of Mare Milk Composition / Quality during Lactation. Iowa State University Animal Industry Report, 1-4.

## Equine milk, production technology and placement on market

### Abstract

Mares and asses milk is a food that in recent years attracts considerable attention. Although some nations of Asia regularly equine consume milk through millennia, in Europe is used mainly in modest quantities as functional foods in children's nutrition and for treatment of certain diseases. Mares and asses milk in last decades has been the subject of more research, but certain suspicion against their nutritional and functional value still exists. Certain lack of knowledge is observed related to not knowing specific production technology (i.e. preparation of animals for milking, procedures of milk disposal and storage). Hygienic and health safety of milk requires special attention. Although in the current economic situation part of breeders are interested in this type of production, lack of market visibility makes difficult its placement and production. Milk processing to the added value products requires knowledge, skills and investments, what for most of the breeder's represents insurmountable obstacle. The aim of the paper is providing the insight considering nutritional value of mares and assess milk, production technology and placement opportunities of equine milk and products in which the equine milk is the main component.

**Key words:** milk, *Equidae*, characterization, technology, marketing

## Livestock and climate change

Vesna Gantner

*Faculty of Agriculture, University Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Kralja Petra Svačića 1 d, Osijek, Croatia, e-mail: vgantner@pfos.hr*

### Abstract

In order to define the impact of livestock sector on climate change in world that characterize population increase, growing incomes and urbanization, the main sources of greenhouse gasses (GHG) emissions and the quantity of their contribution to total anthropogenic emission were examined. Also, possible mitigation technique was analyzed. It was observed that the livestock sector, with 14.5 % of all anthropogenic emissions, plays an important role in climate change mainly through feed production and processing as well as enteric fermentation from ruminants. The commodities, beef and cattle milk, contribute the most to the sector's GHG emissions. The ruminant's production systems characterized by low productivity generate more GHG emissions than high production systems. The relationship between emission intensity and productivity is not clearly clarified for monogastric species. Application of different mitigation techniques could results in large environmental benefits with mitigation potential varies in interval from 14 to 41 % depending of the selected specie, production system and world's region.

**Key words:** Livestock sector, greenhouse gasses, climate change

### Introduction

Forecasts indicate that the world population will increase from current 7.2 billion to 9.6 billion till year 2050. The combination of population growth, growing incomes and urbanization placed up to now an unprecedented challenges to food and agriculture systems. On the other hand, the natural resources necessary to support global food and non-food production and agricultural services provision will not grow. Considering demands from an emerging global middle class, diets will become richer and increasingly diversified. Particularly, the increase in animal-source foods will be expressed. Regarding the levels in 2010, the demand for meat and milk in 2050 is projected to increase by 73 and 58 %, respectively (FAO, 2011.). Currently, agriculture plays an important role in global environmental issues, such as climate change, land degradation, water pollution and biodiversity loss. Future growth in production must be accommodated within the growing insufficiency of natural resources, including land, water and nutrients. Also waste and greenhouse gasses (GHG) emissions must be reduced. Climate change is transforming the planet's ecosystems and threatening the well-being of current and future generations. With purpose to *hold the increase in global temperature below 2°C* and to avoid *dangerous* climate change, global emissions need to be significantly decreased (FAO, 2013c).

The livestock sector, within the agriculture, has come into focus because of its significant impact on the environment. Traditionally, the role of livestock was to supply-driven, converting the waste material and other resources of limited alternative use into edible products and other goods and services. In a period with relatively limited size of livestock environmental impacts was limited.

The increase of animal-source foods demands caused intensification of the livestock sector. The sector becomes increasingly demand-driven, fast growing ultimately resulting 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 livestock sector significantly contributes to anthropogenic GHG emissions, but at the other hand, it can also deliver a significant share of the necessary mitigation effort. The need to reduce the sector's emissions and its environmental impact has become ever more pressing in view of its continuing expansion to ensure food security and feed a growing, richer and more urbanized world population.

### The main sources of GHG emissions from livestock supply chains

If the goal is to reduce sector emissions, the sources of emission must be known. All the main sources of GHG emissions along livestock supply chains could be divided into three main groups that is upstream (before animal production), animal production unit and downstream (after animal production). Activities in each group and corresponding GHG emission are shown in Table 1.

Table 1 Sources of the GHG emissions livestock supply chains (FAO, 2013c)

Supply chain	Activity	GHG	Included	Excluded
UPSTREAM	Feed production	N <sub>2</sub> O	Direct and indirect N <sub>2</sub> O from: - Application of synthetic N - Application of manure - Direct deposition of manure by grazing and scavenging animals - Crop residue management	- N <sub>2</sub> O losses related to changes in C stocks - Biomass burning - Biological fixation - Emissions from non-N fertilizers and lime
		CO <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O CH <sub>4</sub>	- Energy use in field operations - Energy use in feed transport and processing - Fertilizer manufacture - Feed blending - Production of non-crop feedstuff (fishmeal, lime and synthetic amino acids) - CH <sub>4</sub> from flooded rice cultivation - Land-use change related to soybean cultivation	- Changes in carbon stocks from land use under constant management practices
	Non-feed production	CO <sub>2</sub>	- Embedded energy related to manufacture of on-farm buildings and equipment	- Production of cleaning agents, antibiotics and pharmaceuticals
ANIMAL PRODUCTION UNIT	Livestock production	CH <sub>4</sub>	- Enteric fermentation - Manure management	
		N <sub>2</sub> O	- Direct and indirect N <sub>2</sub> O from manure management	
		CO <sub>2</sub>	- Direct on-farm energy use for livestock (e.g. cooling, ventilation and heating)	
DOWNSTREAM	Post farm gate	CO <sub>2</sub> CH <sub>4</sub> HFCs	- Transport of live animals and products to slaughter and processing plant - Transport of processed products to retail point - Refrigeration during transport and processing - Primary processing of meat into carcasses or meat cuts and eggs - Manufacture of packaging	- On-site waste water treatment - Emissions from animal waste or avoided emissions from on-site energy generation from waste - Emissions related to slaughter by-products (e.g. rendering material, offal, hides and skin) - Retail and post-retail energy use - Waste disposal at retail and post-retail stages

Aiming exploration of the environmental implications of production practices for the main commodities, farming systems and regions, Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM) was created (FAO, 2013. a, b). GLEAM represents the main activities of global livestock supply chains. GLEAM is built on five modules that reproduce the main elements of livestock supply chains: the herd module, the feed module, the manure module, the system module and the allocation module (Figure 1.).

The herd module begins from the total number of domestic animals of some specie and system. It classifies animals to the corresponding farming systems, determines the herd structure (i.e. the number of animals in each group/object and the rate at which animals move between groups/objects) and the characteristics of the average animal in each group/object (e.g. weight and growth rate). In the system module, the herd structure and animal characteristics are used for calculation of the energy requirements of each animal species and categories, and the total amount of meat, milk and eggs produced each year. In the manure module, information from herd module is used for estimation of the manure production. At the same time, in the feed module, key feed parameters (i.e. the composition, nutritional content and emissions per kg of feed ration) are calculated. Finally, the information on herd structure, manure, animal and feed characteristics is then used in the system module to calculate the total annual production, as well as emissions arising from manure management, enteric fermentation and feed production.

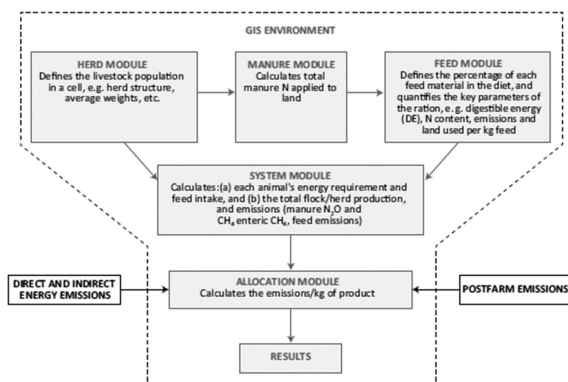


Figure 1. Overview of the GLEAM modules and computation flows (FAO, 2013c)

The total emissions at the farm gate are equal to the sum of the energy use emissions from direct on-farm energy use, the farm buildings construction and the equipment manufacture. In the allocation module, the emission intensities at farm gate are calculated based on the total emissions at the farm gate allocated to co-products and services. In order to obtain overall emissions intensities, the post farm emissions are computed separately and finally added to the farm gate emissions.

### Livestock contribution to total anthropogenic emissions

When the main sources of GHG emissions from livestock supply chains are known, next question is how much they contribute. Total GHG emissions from livestock supply chains are estimated at 7.1 giga tones of CO<sub>2</sub>-eq/year (year 2005.) which represents 14.5 % of all anthropogenic emissions (49 giga tones CO<sub>2</sub>-eq for the year 2004., IPCC, 2007.).

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 %). The livestock supply chains produce (IPCC, 2007.):

- 2 giga tonnes CO<sub>2</sub>-eq of CO<sub>2</sub>/year, or 5 % of anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions
- 3.1 giga tonnes CO<sub>2</sub>-eq of CH<sub>4</sub>/year, or 44 % of anthropogenic CH<sub>4</sub> emissions
- 2 giga tonnes 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.

Regarding the species, cattle are the main contributor to the sector’s emissions with about 4.6 giga tonnes CO<sub>2</sub>-eq, representing 65 % of sector emissions. As it is shown on Figure 2 beef cattle and dairy cattle produce similar amounts of GHG emissions, while pigs, poultry, buffaloes and small ruminants have much lower emission levels in interval from 7 – 10 % of sector emissions.

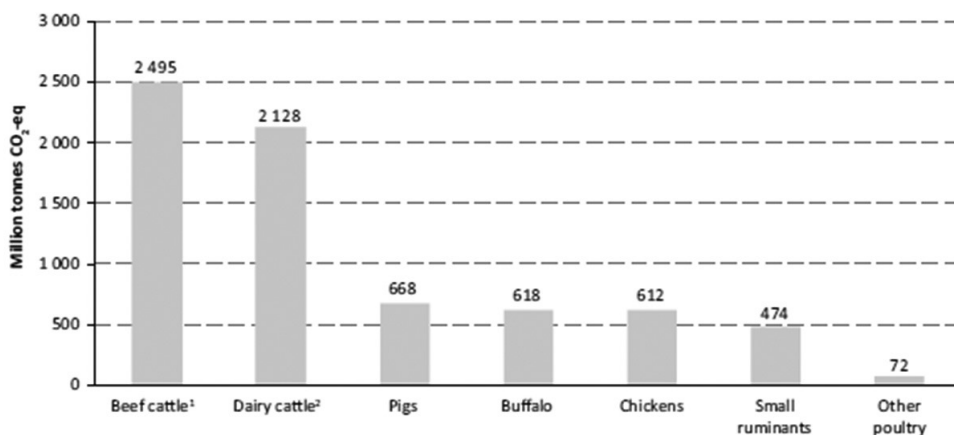


Figure 2. Global estimates of emissions by species of domestic animals (includes the emissions attributed to edible products and to other goods and services, such as draught power and wool, <sup>1</sup>Producing meat and non-edible outputs; <sup>2</sup>Producing milk and meat as well as non-edible outputs, FAO, 2013c)

Regarding the commodity, beef contribute 2.9 giga tonnes of CO<sub>2</sub>-eq, or 41 %, and cattle milk 1.4 giga tonnes of CO<sub>2</sub>-eq, or 20 %, of total sector emissions (Figure 3.). They are followed by pig meat, with 0.7 giga tonnes 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 %). The rest are emissions from other poultry species and non-edible products.

Emissions related to the production, processing and transport of feed account for about 45 % of livestock sector emissions (Figure 3.).

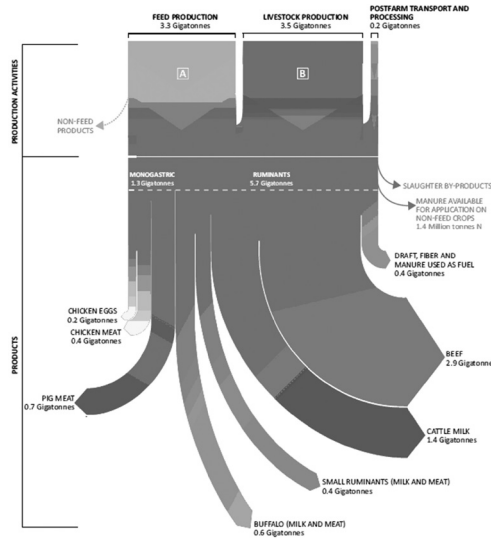


Figure 3. Global emission intensities by livestock supply chain and commodity (FAO, 2103c)

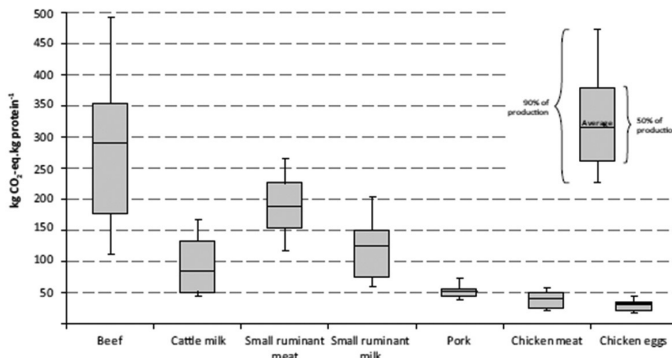


Figure 4. Global emission intensities by commodity (emissions on a per protein basis, 2013c)

When emissions are expressed on a per protein basis, beef with an average of over 300 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg of protein is the commodity with the highest emission intensity that is highest amount of GHGs emitted per unit of output produced. Beef are followed by meat and milk from small ruminants, with averages of 165 and 112 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg of protein, respectively. Lower global average emission intensities below 100 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg of edible protein was determined in cow milk, 10 chicken products and pork (Figure 4.).

Due to different agro-ecological conditions, farming practices and supply chain management emission intensities vary greatly among producers (especially for ruminant products, but also for pork and chicken meat and eggs). This heterogeneity was observed both within and across production systems. Precisely this variability that is differences between producers with highest



emission intensity and those with lowest emission intensity allows finding the adequate mitigation option.

The main part of GHG emissions are generated from the four main categories of processes (Figure 5., FAO, 2013c):

- enteric fermentation,
- manure management,
- feed production,
- and energy consumption.

The emissions categories are indicated as follows (Figure 5, FAO, 2013c):

- Feed, N<sub>2</sub>O including:
  - Fertilizer & crop residues, N<sub>2</sub>O – emissions from fertilizer applied to feed crops and from the decomposition of crop residues;
  - Applied & deposited manure, N<sub>2</sub>O – emissions from manure applied to feed crops and pasture or directly deposited on pastures by animals.
- Feed, CO<sub>2</sub> – emissions from the production, processing and transport of feed;
- LUC: soybean, CO<sub>2</sub> – emissions from the expansion of cropland for feed production;
- LUC: pasture expansion, CO<sub>2</sub> – emissions from the expansion of pasture;
- Feed: rice, CH<sub>4</sub> – emissions from rice cultivation for feed purposes;
- Enteric, CH<sub>4</sub> – emissions from enteric fermentation;
- Manure management, CH<sub>4</sub> – emissions from manure storage and processing (application and deposition excluded);
- Manure management, N<sub>2</sub>O – emissions from manure storage and processing (application and deposition excluded);
- Direct energy, CO<sub>2</sub> – emissions from energy use on animal production unit (heating, ventilation, etc.);
- Indirect energy, CO<sub>2</sub> – emissions related to the construction of the animal production buildings and equipment;
- Post farm, CO<sub>2</sub> – emissions related to the processing and transportation of livestock product between the production and retail point.

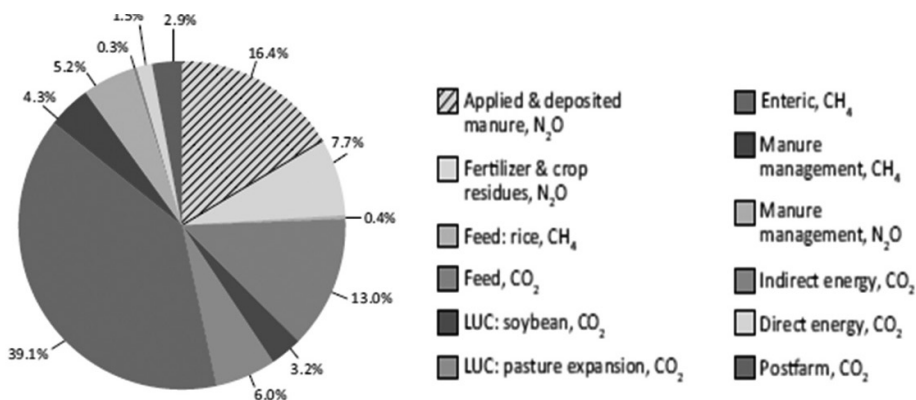


Figure 5. Global emissions from livestock supply chains by category of emissions (FAO, 2013c)

The fertilization of feed crops and deposition of manure on pastures generate substantial amounts of  $N_2O$  emissions (Figure 5.), which represent about half of feed emissions (i.e. one-quarter of the sector's overall emissions). About one-quarter of feed emissions (less than 10 % of sector emissions) are related to land-use change. As it is shown at Figure 5., grass and other fresh roughages account for about half of the emissions, mostly from manure deposition on pasture and land-use change. The crops produced for feed account for an additional quarter of emissions, while all other feed materials (crop by-products, crop residues, fish meal and supplements) account for the remaining quarter.

Enteric fermentation is the second largest source of emissions, with contribution in amount of almost 40 % of the total emissions (Figure 5.). Cattle emit most of the enteric  $CH_4$  (77 %), followed by buffalos (13 %) and small ruminants (10 %). Methane and  $N_2O$  emissions from manure storage and processing (application and deposition excluded) represent about 10% of the sector's emissions. Emissions associated with energy consumption, which are directly or indirectly related to fossil fuel, are mostly related to feed production, and fertilizer manufacturing, in particular. When added up along the chains, energy use contributes about 20 % of total sector emissions.

Ruminants that are cattle, buffalo, sheep and goat produce  $CH_4$  as part of their digestive process. The microbial fermentation that occurs in their rumen, breaks down carbohydrates into simple molecules that can be digested by the animals. The by-product of this process is methane. Higher  $CH_4$  emissions per unit of ingested energy are caused by the poorly digestible (i.e. fibrous) rations. Non-ruminant species (pigs, poultry) produce much lower amount of  $CH_4$  comparable to ruminants.

Manure management result in methane and  $N_2O$  emissions. During storage and processing of the manure, organic matter could be converted into  $CH_4$ , while nitrogen leads to nitrous oxide emissions. Methane is released during the anaerobic decomposition of organic material, mostly when manure is managed in liquid form (i.e. deep lagoons or holding tanks). During storage and processing, nitrogen is mostly released in the atmosphere as ammonia ( $NH_3$ ) that can be later transformed into  $N_2O$  (indirect emissions).

Feed production, processing and transport results in carbon dioxide and  $N_2O$  emissions. The expansion of feed crops and pasture into natural habitats, causes the oxidation of carbon in soil and vegetation which results in carbon dioxide emissions.  $CO_2$  emissions also originate from the use of fossil fuel to manufacture fertilizer, as well as from feed process and transport. The use of fertilizers, organic or synthetic, for feed production results in emissions of  $N_2O$ . The  $N_2O$  emissions also come from the direct deposition of manure on pasture or during the management and application of manure on crop fields. Direct or indirect  $N_2O$  emissions can vary greatly according to temperature and humidity at the time of application.

The energy consumption results in carbon dioxide emissions. Energy consumption occurs along the entire livestock supply chains. At feed production level, energy consumption is mainly correlated to the production of fertilizers and to the use of machinery for crop management, harvesting, processing and transportation. At the animal production level, energy is consumed directly through mechanized operations, or indirectly for the construction of buildings and of equipment. Finally, processing and transportation of animal commodities involve further energy use.

## Greenhouse gasses emission reduction

How to reduce the livestock sector emissions? Reduction could be achieved by:

- Reduction of production and consumption
- Lowering the emission intensity of production
- Combination of mentioned above.

Some authors determined positive effect of reduced animal protein consumption on human health and Amount of GHG emissions (McMichael et al., 2007., Stehfest et al., 2009.). The reduction of the livestock sector emissions by lowering the emission intensity of production could be achieved through application of many technologies and practices.

Technical options for the mitigation of GHG emissions along livestock supply chains could divide into the following categories:

- options related to feed supplements and feed/feeding management (for CH<sub>4</sub> only)
- options for manure management which include dietary management, but with a focus on “end-of-pipe” options for the storage, handling and application phases of manure management
- animal husbandry options which include animal and reproductive management practices and technologies.

The adoption and application of these technics by majority of the world’s producers can result in significant reductions in emissions.

Emission intensities that are emissions per unit of animal product show huge variability between production units, even within similar production systems. This variability could be explained by different farming practices and supply chain management. The mitigation potential lies within the gap between the production units with the lowest emission intensities and those with the highest emission intensities. For example, if producers in a given system, region and climate adopted the technologies and practice currently used by the 10 % of producers with the lowest emission intensity, it is possible to achieve the 30 % reduction of GHG emissions (about 1.8 giga tones CO<sub>2</sub>-eq).

The efficiency with which producers use natural resources is highly correlated to the GHG emission intensities. That’s way, possible interventions to reduce emissions are largely based on technologies and practices that improve production efficiency at animal and herd levels. They include the use of better quality feed and feed balancing to lower enteric and manure emissions. Improved breeding and animal health help to shrink the herd overhead (i.e. unproductive part of the herd) and related emissions.

Further contribution to mitigation could be achieved through the manure management practices that ensure the recovery and recycling of nutrients and energy contained in manure. Sourcing low emission intensity inputs (feed and energy) is a further option.

One of the effective ways mitigation contributions is grassland carbon sequestration that could significantly decrease the emissions. The global estimates of decrease s about 0.6 giga tonnes CO<sub>2</sub>-eq/year.

Some new technologies such as feeding additives, vaccines and genetic selection methods have a strong potential for emissions reduction, but further development and/or longer time frames to be viable mitigation options are required.

Most of the mitigation interventions could result in both environmental and economic benefits. Practices and technologies that reduce emissions can often simultaneously increase productivity, thus contributing to the food security and economic development.

In recent years some interesting and promising initiatives from the public and private sectors dealt with the sustainability issues. If the goal is to design and implement cost-effective and equitable mitigation strategies, as well as to set up the necessary supporting policy and institutional frameworks, complementary multi stakeholder action is required. The solutions that address the sector's diversity and complexity could be developed only by involving all sector stakeholders (private and public sector, civil society, research and academia, and international organizations) in problem solving. Climate change is a global issue and livestock supply chains are increasingly internationally connected. Mitigation actions must be effective and fair, which could be achieved only by global approach.

## Conclusion

The livestock sector, considering the high level of natural resources usage, could be considered as a large contributor to climate change. Currently, the sector is in challenging period when the need to harmonize two contradictory issues that is sectors GHG emissions reduction and response to a significant demand growth for livestock products (projected to be +70 % between 2005. and 2050.), becomes more and more pronounced.

The livestock sector, with GHG emissions about 7.1 giga tones CO<sub>2</sub>-eq/year that is 14.5 % of anthropogenic emissions, plays an important role in climate change. Two main sources of emissions are feed production and processing (45 % of sector emissions) and enteric fermentation from ruminants (39 % of sector emissions). Manure storage and processing represent 10 %. The remainder is attributable to the processing and transportation of animal products. The consumption of fossil fuels along sector supply chains (upstream, livestock production, downstream) account for about 20 % of emissions.

Regarding the commodities, beef and cattle milk, with 41 and 20 % of the sector's emissions respectively, contribute the most to the sector's GHG emissions. Pig meat and poultry products (meat and eggs) contribute 9 % and 8% of the sector's emissions.

Regarding the production specialization, beef and milk production have higher emission intensities in systems characterized by low productivity. This is due to low feed digestibility, less efficient herd management practices and low reproduction performance. The relationship between emission intensity and productivity is not clearly observed for monogastric species, as highly productive systems rely on high emission intensity feed.

Application of different mitigation techniques could results in large environmental benefits. The mitigation potential varies in interval from 14 to 41 % depending of the selected specie, production system and world's region.

## Literature

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2011): World Livestock 2011 – Livestock in food security. Rome.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO (2013a): Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains – A global life cycle assessment, by Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B. Steinfeld, H. Rome.
3. 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., Falucci, A., Opio, C., Vellinga, T., Henderson, B., Steinfeld, H. Rome.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2013c): 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., Falucci, A., Tempio, G. Rome.
5. McMichael, A. J., Powles, J. W., Butler, C. D., Uauy, R. (2007): Food, livestock production, energy, climate change, and health. *The Lancet*. 370(9594): 1253–1263.
6. Stehfest, E., Bouwman, L., van Vuuren, D. P., den Elzen, M. G., Eickhout, B., Kabat, P. (2009): Climate benefits of changing diet. *Climatic change*. 95(1–2): 83–102.

## Stočarstvo i klimatske promjene

### Sažetak

S ciljem utvrđivanja utjecaja stočarske proizvodnje na klimatske promjene u svijetu kojeg karakterizira porast populacije, rastući dohodak te urbanizacije, istraživani su glavni izvori stakleničkih plinova te njihov udio u ukupnoj emisiji antropogenog porijekla. Također su analizirane i raspoložive tehnike smanjivanja emisije stakleničkih plinova.

Utvrđeno je da sektor stočarstva sa svojih 14,5 % ukupnih plinova antropogenog porijekla ima značajnu ulogu u klimatskim promjenama. Glavne izvore stakleničkih plinova duž lanca stočarske proizvodnje predstavljaju proizvodnja i prerada krmiva te enterička fermentacije preživača. Analizirajući doprinos ukupnoj emisiji na bazi proizvoda, goveđe mlijeko i meso najviše doprinose ukupnoj emisiji stočarskog sektora. Također je utvrđeno da proizvodni sustavi preživača niže produktivnosti generiraju više stakleničkih plinova komparabilno sa visoko proizvodnim sustavima. Odnos između intenziteta emisije i razine produktivnosti u monogastričnih životinja nije u potpunosti razjašnjen.

Aplikacija različitih tehnologija smanjenja stakleničkih plinova može rezultirati značajnim učincima po dobrobit okoliša. Potencijal smanjivanja pojedinih tehnologija varira u intervalu od 14 – 41 % u ovisnosti od vrste domaćih životinja, sustavu proizvodnje te regiji svijeta u kojoj se aplicira.

**Ključne riječi:** stočarska proizvodnja, staklenički plinovi, klimatske promjene

# Section I



---

---

## **Agro-sustainability** **Agroodrživost**

## Utjecaj pokrovnih usjeva na prinos i komponente prinosa kukuruza kokičara (*Zea mays everta* Sturt.) u ekološkom uzgoju

Bojana Brozović<sup>1</sup>, Bojan Stipešević<sup>1</sup>, Danijel Jug<sup>1</sup>, Irena Jug<sup>1</sup>,  
Vesna Vukadinović<sup>1</sup>, Boris Đurđević<sup>1</sup>, Andrej Medvečki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1 d, Osijek, Hrvatska, e-mail: bojanat@pfos.hr

<sup>2</sup>Student, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Pokrovni usjevi važna su komponenta plodoreda u ekološkoj poljoprivredi. Predstavljaju učinkovitu metodu u održavanju i povećavanju sadržaja organske tvari, hraniva i vlage u tlu, što dovodi do povećanja prinosa naredne kulture. Tijekom dvogodišnjeg istraživanja (2009.-2010.) provedenog na lesiviranom tlu Istočne Hrvatske, istraživao je utjecaj pokrovnih usjeva na prinos i komponente prinosa kukuruza kokičara u plodoredu iza soje. Pokus je proveden na načelima ekološkog uzgoja, a postavljen je kao potpuno slučajni blok raspored u četiri ponavljanja s 12 tretmana pokrovnih usjeva: N-kontrola bez pokrovnog usjeva, R-ozima raž, P-ozima pšenica, F-facelija, Sg-stočni grašak, Vic-ozima grahorica, kao samostalni usjevi i smjese pokrovnih usjeva RSg, RVic, PSg, PVic, FSg i FVic. Svi tretmani pokrovnih usjeva rezultirali su većim prinosom kokičara u odnosu na kontrolu s iznimkom tretmana RVic i P na kojima su ostvareni najniži prinosi. Hektolitarska masa u prosjeku je bila niža u 2010. u usporedbi s 2009. godinom. Prosječni prinosi zrna i masa 1000 zrna svih tretmana pokrovnih usjeva bili su viši u 2010. godini. Najboljim pokrovnim usjevima pokazali su se PVic u 2010. i FVic u 2009. godini s najvećim prinosom kukuruza kokičara.

**Ključne riječi:** pokrovni usjevi, kukuruz kokičar, prinos, ekološka poljoprivreda

### Uvod

Pokrovni usjevi imaju višestruki utjecaj na agroekosustav, osobito s aspekta održive biljne proizvodnje, a njihovo korištenje u ekološkoj poljoprivredi pridonosi većoj stabilnosti prinosa. U poljoprivrednoj proizvodnji prvotno su se upotrebljavali u svrhu podizanja plodnosti tla, korištenjem leguminoza, čiji se značaj odražava u stimulaciji rasta glavne kulture povećavanjem dostupnosti dušika (Caporali i sur., 2004.). Dušik koji ostaje u tlu iza leguminoznih pokrovnih usjeva od osobitog je značaja u ekološkoj proizvodnji gdje je upotreba dušičnih mineralnih gnojiva zabranjena. Pozitivni aspekti upotrebe pokrovnih usjeva ogledaju se u sprečavanju ili umanjivanju fizikalne, kemijske i biološke degradacije tla. Živi pokrovni usjevi na površini štite tlo od erozije vjetrom i vodom, čuvaju mikroorganizme od izravne insolacije (Motta i sur., 2007.), sprečavaju ispiranje hraniva i povećavaju mu pristupačnost. Inkorporacijom pokrovnih usjeva održava se ili povećava sadržaj organske tvari u tlu, poboljšavaju fizikalna svojstva tla, akumulira dušik i opće-

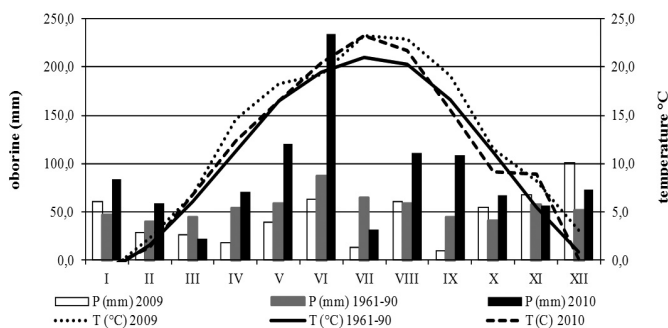
nito podiže plodnost tla (Stipešević i sur., 2008.). Značajan je i njihov kompeticijski i alelopatski utjecaj na smanjenje zakorovljenosti (Brozović, 2014.). Zbog navedenih karakteristika pokrovni usjevi uključeni su u istraživanje s kukuruzom kokičarem čiji su proizvodni i uzgojni potencijali u ekološkoj poljoprivredi Republike Hrvatske nedovoljno istraženi.

## Materijal i metode

Istraživanje s pokrovnim usjevima provedeno je kao stacionarno s kukuruzom kokičarem u plodoredu iza soje, po načelima ekološke poljoprivrede, u vegetacijskim godinama (2008./2009., 2009./2010.) u blizini Valpova (45°38' 46, 52" N / 18°23' 32,73" E). Pokus je postavljen kao potpuno randomizirani blok dizajn u četiri ponavljanja s osnovnom pokusnom parcelicom veličine 4,5 x 12,5 m. Korišteno je 12 tretmana pokrovnih usjeva: kontrola -N-, bez pokrovnog usjeva, ozima raž - R - (*Secale cereale* L.), sorta „Eho kurz“ sa sjetvenom normom od 180 kg ha<sup>-1</sup>, ozima pšenica - P - (*Triticum aestivum* L.), sorta „Žitarka“ sa sjetvenom normom 300 kg ha<sup>-1</sup>, facelija - F - (*Phacelia tanacetifolia* L.), kultivar „Balo“ sa sjetvenom normom od 10 kg ha<sup>-1</sup>, stočni grašak - Sg - (*Pisum arvense* L.), kultivar „Osječki zeleni“ s normom sjetve od 125 kg ha<sup>-1</sup>, ozima grahorica - Vic - (*Vicia villosa* L.), kultivar „Poppelsdorf“ sa sjetvenom normom od 120 kg ha<sup>-1</sup>, te smjese pokrovnih usjeva RSg, RVic, PSg, PVic, FSg i FVic sijanih u omjeru 50 % : 50 % od navedenih normi za svaki usjev. Svi pokrovni usjevi sijani su ručno, u zatanjurane žetvene ostatke soje, krajem listopada u obje godine istraživanja. Pokrovni usjevi inkorporirani su u tlo početkom svibnja prije sjetve kokičara, zaoravanjem na dubinu 25-30 cm. Sjetva kokičara (hibrid Os 504 PC), s ciljanim sklopom od 65 tisuća biljaka ha<sup>-1</sup>, izvedena je sijačicom za širokoredne kulture nakon obavljene predsjetvene pripreme tla. Hektolitarska masa i vlaga zrna utvrđeni su pomoću automatskog vlagomjera (Dickey John GAC) na uzorcima mase 1 kg koji su uzeti po metodi slučajnog uzorka sa svake pokusne parcelice i spremljeni u nepropusne vrećice. Isti uzorci korišteni su za utvrđivanje mase 1000 zrna koja je određena brojanjem zrna elektronskim brojačem i vaganjem na laboratorijskoj vagi. Prinos kokičara utvrđen je nakon ručne berbe svih klipova sa svake pokusne parcelice, komušanja, krunjenja i vaganja zrna, te je preračunat na površinu jednog hektara s 14 % vlage. Statistička obrada podataka provedena je analizom varijance (ANOVA), s faktorom Y (godina) kao glavnim, i faktorom C (pokrovni usjev) kao podfaktorom. Za statističku obradu podataka korišten je statistički paket SAS (SAS, 2004.), a za usporedbu srednjih vrijednosti izračunate su najmanje signifikantne razlike (LSD<sub>0,05</sub>).

## Vremenske prilike

Nedostatak oborina i temperature veće u odnosu na višegodišnji prosjek, karakterizirali su 2009. godinu (Grafikon 1.).



Grafikon 1. Meteorološki podaci za Osijek za 2009. i 2010. godinu (DHMZ, 2013.)



Vidljiv je izražen nedostatak oborina u srpnju, kada je palo 51 mm oborina manje u odnosu na višegodišnji prosjek. U 2010. godini svi mjeseci osim srpnja bili su iznad prosječno kišoviti (Grafikon 1.). Vremenske prilike tijekom ovog istraživanja mogu se opisati kao sušna i ekstremno topla 2009., te ekstremno kišna i topla 2010. godina.

## Rezultati i rasprava

Tretmani pokrovnih usjeva u prosjeku su pokazali utjecaj na povećanje prinosa kokičara iako bez utvrđenih statistički značajnih razlika. Najniži prosječni prinos ostvaren je na kontrolnom tretmanu, dok je najviši prinos zabilježen u prosjeku na tretmanima FVic i PVic. U 2010. godini ostvaren je najviši prinos (2051,56 kg ha<sup>-1</sup>), a vremenske prilike u ovoj godini pogodovale su kokičaru koji tijekom vegetacije zahtijeva 460-610 mm vode. Dovoljna količina kiše u ovom istraživanju bila je raspoloživa samo u 2010. godini kada je u razdoblju od svibnja do listopada palo 672 mm kiše.

Tablica 1. Prinos kukuruza kokičara (kg ha<sup>-1</sup>), Valpovo (2009. – 2010.)

Pokrovni usjevi (T)	Godina (Y)				Prosjek (T)	
	2009.		2010.			
nula	1207,25	*n.s.	1761,86	n.s.	1481,50	N.S.
R	1618,50		1869,07		1743,62	
P	1966,25		1675,84		1821,12	
F	1997,00		2327,10		2162,13	
Sg	2413,75		1637,33		2025,00	
Vic	2205,75		1871,57		2038,75	
RSg	2032,75		2282,93		2157,75	
Rvic	1150,00		1967,65		1558,75	
PSg	1846,25		2244,97		2045,50	
Pvic	2024,00		2581,93		2303,00	
FSg	1750,50		2185,10		1967,75	
Fvic	2457,50		2213,43		2335,37	
<b>Prosjek (Y)</b>	1889,04	*N.S.	2051,56	N.S.		

LSD<sub>0,05</sub> \*Y=N.S.; T=N.S.; \*T/Y=n.s.

\*n.s., \*N.S. Srednje vrijednosti tretmana Godina (Y), Pokrovni usjevi (T) i Pokrovni usjevi u datoj godini (T/Y) statistički se ne razlikuju na P=0,05 razini opravdanosti

Nedostatak vode u 2009. godini kada je u vegetaciji kokičara zabilježeno samo 242 mm kiše rezultirao je i nešto nižim prinosom. Prinos kokičara u 2009. godini bio je najveći na tretmanu FVic (2457,50 kg ha<sup>-1</sup>). Ostvareni prinos na ovom tretmanu bio je za oko 50 % veći u odnosu na kontrolu iako bez statistički značajne razlike (Tablica 1.). Slijedili su tretmani Sg, Vic i RSg. Rezultati su potvrđeni i istraživanjem Stipešević i sur. (2011.) u kojem je najveći prinos kokičara također ostvaren na tretmanu FVic. Smjesa PVic dovela je do povećanja prinosa kokičara u odnosu na kontrolu u 2010. godini, te je na ovom tretmanu zabilježen najveći prinos (2581,93 kg ha<sup>-1</sup>) što je suprotno od rezultata Stipešević i sur. (2008.) u čijem je istraživanju najveći prinos ostvaren na tretmanu R, a nešto manji na PVic. Veći prosječni prinosi kokičara ostvareni su na tretmanima na kojima su kao pokrovni usjevi korištene leguminoze u smjesama ili kao samostalan usjev što je vjerovatno posljedica konzervacije dušika. Pokrovni usjevi u konačnici su rezultirali većim

prinosom što potvrđuju i Lotter i sur. (2003.) koji su istraživanjem utvrdili veće prinose kukuruza korištenjem pokrovnih usjeva u ekološkoj biljnoj proizvodnji.

Tablica 2. Hektolitarska masa (kg hl<sup>-1</sup>) i masa 1000 zrna (gr), Valpovo (2009. – 2010.)

Pokrovni usjevi (T)	Hektolitarska masa			Masa 1000 zrna		
	Godina (Y)			Godina (Y)		
	2009.	2010.	Prosjek (T)	2009.	2010.	Prosjek (T)
nula	90,45	74,10	82,27	165,36	191,35	178,35
R	91,30	74,57	82,94	167,10	189,17	178,14
P	91,54	75,02	83,28	167,24	190,60	178,92
F	92,89	74,20	83,55	170,23*	190,20	180,21
Sg	95,49*	76,00	84,74	174,16*	191,25	182,70*
Vic	94,50*	74,77	84,64	172,81*	193,70*	183,25*
RSg	93,65	74,35	84,00	171,38*	191,17	181,28*
Rvic	89,46	74,70	82,08	163,76	191,22	177,49
Psg	91,27	75,57	83,42	166,46	190,92	178,69
Pvic	93,80*	74,12	83,96	171,16*	192,90	182,03*
FSg	90,73	75,25	82,99	165,83	192,00	178,91
Fvic	94,43*	77,07*	85,75*	171,72*	191,12	181,42*
<b>Prosjek (Y)</b>	<b>92,46*</b>	<b>74,97</b>		<b>165,96</b>	<b>191,30*</b>	

LSD<sub>0,05</sub> Y=1,37.; T=2,09.; T/Y=2,96

LSD<sub>0,05</sub> Y=3,84.; T=2,53.; T/Y=3,57

Srednja vrijednost tretmana Godine (Y), Pokrovni usjevi (T) i Pokrovni usjevi u datoj godini (T/Y) označene s \* statistički su različite na P=0,05 razini opravdanosti

U prvoj godini istraživanja pokrovni usjevi utjecali su na povećanje masa 1000 zrna (Tablica 2.). Najveća prosječna masa 1000 zrna ostvarena je u 2010. godini (191,30 g), a iste je godine utvrđen i najveći prosječni prinos, sa statistički značajnom razlikom u odnosu na 2009. godinu. Masa 1000 zrna u prosjeku je bila najveća na tretmanima Vic, Fvic i Sg kao i hektolitarska masa na koju su tretmani pokrovnih usjeva statistički značajno utjecali. Korištenje leguminoza kao pokrovnih usjeva vjerovatno je dovelo do povećanja vrijednosti komponenta prinosa zbog znatnog potencijala fiksacije dušika. Veća hektolitarska masa, sa statistički značajnom razlikom u odnosu na 2010. ostvarena je u 2009. godini. U istraživanju Stipešević i sur. (2008.) najveća hektolitarska masa i masa 1000 zrna ostvarena je na tretmanu PSg. Hektolitarska masa osobito je važan pokazatelj u kvaliteti kokičara. Hibridi veće hektolitarske mase sadrže više caklavog endosperma čiji je udio u visokoj korelativnoj vezi sa zapreminom kokičavosti (Dumanović i Pajić, 1998.).

## Zaključak

Na temelju provedenog istraživanja može se zaključiti da upotreba pokrovnih usjeva utječe na visinu prinosa u ekološkoj proizvodnji kukuruza kokičara. Najveći prinosi ostvareni su korištenjem smjesa Fvic i Pvic. Vremenske prilike tijekom istraživanja značajno su utjecale na prinos i komponente prinosa kokičara. Svi tretmani pokrovnih usjeva doveli su do povećanja hektolitar-

ske mase kokičara s iznimkom tretmana RVic, a najveća je u prosjeku zabilježena na tretmanima FVic, Sg i Vic. U 2010. godini masa 1000 zrna bila je najveća na tretmanima Vic, PSg i PVic. Leguminoze korištene u smjesi ili kao samostalan usjev pokazale su značajan utjecaj na prinos i komponente prinosa kokičara. Ipak, za preporuku određenog pokrovnog usjeva u ekološkoj proizvodnji kokičara, istraživanje treba nastaviti kroz dulje vremensko razdoblje zbog specifičnosti vremenskih prilika u godinama istraživanja.

## Literatura

1. Brozović, B. (2014.): Utjecaj ozimih pokrovnih usjeva na populaciju korova u ekološkom uzgoju kukuruza kokičara (*Zea mays everta* Sturt.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
2. 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.
3. Državni hidrometeorološki zavod. Republika Hrvatska 2013.
4. Dumanović, J., Pajić, Z. (1998): Specifični tipovi kukuruza. Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd.
5. Lotter, D. W., Seidel, R., Liebhardt, W. (2003): The performance of organic and conventional cropping systems in an extreme climate year. *American Journal of Alternative Agriculture*. 18: 146-154.
6. Motta, A. C. V., Reeves, D. W., Burmester, C., Feng, Y. (2007): Conservation tillage, rotations and cover crop affecting soil quality in the Tennessee valley. *Communication in Soil Science & Plant Analysis*. 38: 2831-2847.
7. Stipešević, B., Šamota, D., Jug, D., Jug, I., Kolar, D., Vrkljan, B., Birkas, M. (2008): Effects of the second crop on maize yield and yield components in organic agriculture. *Agronomski glasnik* 5/2008. ISSN 0002-1954.
8. Stipešević, B., Brozović, B., Grgošević, M., Stošić, M., Jug, D., Tóth B., Lévaj, L., Simić, M., Mladenović-Drinić, S., Mijić, Z., Špoljarić M., S. (2011): Održivost upotrebe postrnih zaštitnih usjeva u ekološkoj proizvodnji kukuruza kokičara. The 4th international scientific/professional conference Agriculture in Nature and Environment Protection, 01. - 03. 06. 2011. Vukovar, Croatia Proceedings & Abstracts, 208-212.

## The impact of cover crops on pop-corn maize (*Zea mays everta* Sturt.) yield and yield components in organic production system

### Abstract

Cover crops are essential components of crop rotation in organic agriculture. They representing an effective methods for the improvement of soil conditions through organic matter and nitrogen content accumulation and yield increase of the following main crop. The cover crop experiment was conducted in Valpovo, Croatia (2008/09 and 2009/10) to investigate the effects of different cover crops at pop-corn maize yield and yield components in organic agriculture after soybean in crop rotation. The experiment was a randomized complete block design with four blocks. The twelve cover crop treatments were tested: N – Control, without cover crop; P – winter wheat; R – rye; Sg – fodder pea; Vic - hairy vetch; F - phacelia; and cover crop mixtures RSg, RVic, PSg, PVic, FSg and FVic. All cover crops treatments resulted with higher maize yield in comparison with control, with the exception of RVic and P treatments which recorded the lowest results. Hectolitre mass in average was lower in 2010 comparing to 2009. Cover crops treatments in average resulted with higher yield and 1000 grain weight in 2010 comparing to 2009. The best cover crops treatments proved to be PVic in 2010 and FV in 2009 with the highest achieved maize yield.

**Key words:** cover crops, popcorn maize, yield, organic agriculture

## Utjecaj različitih načina obrade na otpore i vlagu tla na pseudogleju

Igor Bogunović, Ivica Kisić

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

### Sažetak

Istraživanje tijekom 2013. i 2014. godine je uključivalo usporedbu izostavljene obrade (NT), duboke obrade (DT) i konvencionalne obrade (CT) na otpore pseudoglejnog tla u Panonskoj Hrvatskoj. Prisutna je velika vremenska varijabilnost uslijed drugačijih vremenskih uvjeta a otpori se kreću prema slijedu: NT>CT>DT. Na svim je tretmanima zabilježeno povećanje otpora s dubinom. Nakon obrade izražene su velike razlike između tretmana koje se prolaskom vremena smanjuju. Nakon osam mjeseci na CT tretmanu su zabilježeni veći otpori tla nego na NT, a jedan od razloga je i manja konzervacija vlage na tom tretmanu. Pojedina mjerenja ukazuju da rezidualni učinak duboke obrade nakon četiri godine nije vidljiv, te je nužno češće provoditi duboko oranje.

**Ključne riječi:** obrada tla, otpori tla, trenutna vlažnost, pseudoglej

### Uvod

Obrada tla provodi se radi unošenja gnojiva, suzbijanja korova, te pripreme tla za nesmetan biljni razvoj. Međutim, uslijed zahvata obrade tla mijenja se fizikalno stanje u profilu tla. U istraživanjima s obradom tla uobičajeno mehaničko svojstvo upotrijebljeno za determinaciju fizikalnog stanja tla je mehanički otpor. Standardizirani uređaj za mjerenje mehaničkih otpora tla je konusni penetrometar. Otpor tla je upotrijebljivan kao važan pokazatelj zbijenosti tla (Birkás i sur., 2004.), razvoja korijena (Chen i sur., 2005.) i infiltracije vode (Busscher i sur., 2006.). U Panonskoj Hrvatskoj utvrđeni su različiti tipovi tala kao rezultat evolucijskog niza tala na lesu (Basic, 2013.). Pseudoglej je najrasprostranjeniji na zapadnom dijelu Panonske Hrvatske, i općenito ga karakteriziraju nepovoljna fizikalna, kemijska i biološka svojstva. Nadalje, pseudoglej sadrži pedogenetski slabo propusni horizont koji priječi slobodan razvoj korijena, te se odlikuje nepovoljnim vodno-zračnim svojstvima. U ovoj regiji tlo je konvencionalno obrađivano svake jeseni. Međutim, sveukupne prednosti obrade u pogledu rahljenja tla još nisu jasne. Konvencionalna obrada tla možda nužno ne ublažava zbijenost tla. Naprotiv, na mjestima prohoda traktora prilikom obrade može se dodatno zbiti tlo. Jaka fizikalna zbijenost pseudogleja može se smanjiti provođenjem duboke obrade što istovremeno rezultira većim prinosima (Butorac i sur., 1981.). Također, površinska zbijenost srednje teških i teških tala može se ponekad ublažiti prirodnim ciklusima smrzavanja i odmrzavanja (Butorac, 1999.), tako da u proljeće površina tla može imati isti stupanj zbijenosti, bez obzira na način obrade u prošloj godini (Chen i sur., 2005.). Uvažavajući ove činjenice, izostavljena obrada može biti izvediva kao alternativa gospodarenja tlom na pseudogleju. Nadalje, izravna sjetva smanjuje eroziju pseudogleja (Kisić i sur.,

2002.) i energetski je učinkovitija (Filipovic i sur., 2006.). Međutim, kontinuirana izravna sjetva nije se provodila i upotrebljavala na pseudogleju radi bojazni o zbijenosti tla, lošoj propusnosti, nemogućnosti miješanja materijala za kalcifikaciju i fosfornih gnojiva te potencijalnih problema s korovima (Bogunovic i Kisić, 2015.). Stoga, ovo je istraživanje imalo za zadaću usporediti fizikalno stanje pseudogleja pri tri različita načina obrade, te odrediti koji način obrade rezultira povoljnim fizikalnim stanjem na području Panonske Hrvatske.

## Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na obronačnom presudogleju (Škorić, 1985.) Panonske Hrvatske (45°33' N, 17°02' W), 130 km istočno od Zagreba. Fizikalna i mehanička svojstva tla prikazana su u Tablici 1. Istraživanja su provedena s tri načina obrade na pokusnim površinama svake parcele veličine 450 m<sup>2</sup>: (CT) konvencionalno jesensko oranje lemešnim plugom do 30 cm dubine. Dopunsku obradu činio je jedan prolazak tanjuračem do 15 cm s pripremom za sjetvu ovisno o kulturi; (DT) duboka obrada obavljena je kao kod CT s tim da je svake 3 - 4 godine provedeno duboko oranje do 50 cm. Posljednje duboko oranje prije prikaza podataka u ovom radu provedeno je 14. listopada 2009. godine; (NT) izostavljena obrada nema narušavanja tla, a sjetva se provodila direktno u malč. Korovi su suzbijani totalnim herbicidima. Otpori tla su mjereni elektronskim ručnim konusnim penetrometrom (Eijkelkamp Penetrologger). Korišten je konus površine 2 cm<sup>2</sup> i kutom od 60°. Svako mjerenje imalo je 16 ponavljanja po tretmanu. Podaci o otporima su grupirani i izraženi kao srednja vrijednosti dubina 0 - 10 cm, 10 - 20 cm, 20 - 30 cm, 30 - 40 cm 40 - 50 cm i 50 - 60 cm. Usporedo s mjerenjima otpora uzimani su porušeni uzorci tla u tri ponavljanja i sušeni u pećnici na 105°C 48 sati radi determinacije vlage tla. Prikupljeni podaci podvrgnuti su analizi varijance. Ukoliko je analiza varijance utvrdila razlike, proveden je *post-hoc* test (Tukey) da se utvrde razlike između tretmana na razini  $p < 0,05$ .

Tablica 1. Karakteristika obronačnog pseudogleja u profilu tla. Vrijednosti iza  $\pm$  označavaju standardnu devijaciju

Horizont	Ap+Eg	Eg+Btg	Btg
Dubina (cm)	0 - 24	24 - 35	35 - 95
Organska tvar (g kg <sup>-1</sup> )	16 $\pm$ 3.3	14 $\pm$ 4.2	6 $\pm$ 3.8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	172 $\pm$ 18	65 $\pm$ 4	244 $\pm$ 24
K <sub>2</sub> O (g kg <sup>-1</sup> )	308 $\pm$ 6	123 $\pm$ 8	502 $\pm$ 12
Glina (<0.002 mm) (g kg <sup>-1</sup> )	154 $\pm$ 25	148 $\pm$ 44	196 $\pm$ 40
Prah (0.02-0.002 mm) (g kg <sup>-1</sup> )	242 $\pm$ 35	260 $\pm$ 54	254 $\pm$ 32
Sitni pijesak (0.2 – 0.02 mm) (g kg <sup>-1</sup> )	586 $\pm$ 37	571 $\pm$ 59	545 $\pm$ 69
Krupni pijesak (2 – 0.2 mm) (g kg <sup>-1</sup> )	18 $\pm$ 4.7	21 $\pm$ 5.5	5 $\pm$ 2.3
pH u KCl (w/w 1:2.5)	4.21 $\pm$ 0.15	4.20 $\pm$ 0.18	4.81 $\pm$ 0.23

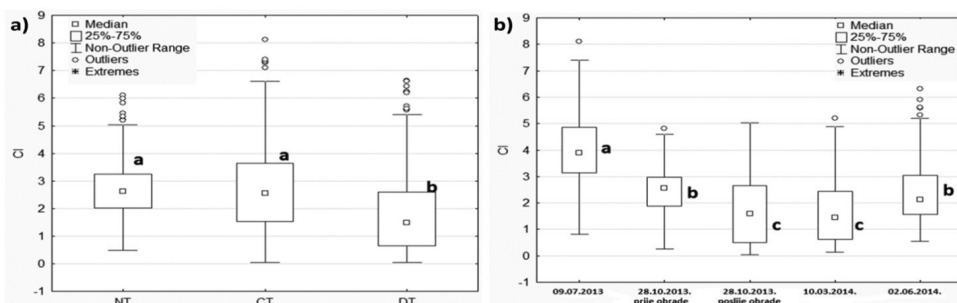
## Rezultati i rasprava

Analizom varijance utvrđen je signifikantan utjecaj tretmana ( $F=208,36$ ,  $P<0,0001$ ), dubine ( $F=152,62$ ,  $P<0,0001$ ) i vremena uzorkovanja ( $F=411,01$ ,  $P<0,0001$ ) na otpore tla (Tablica 2). *Post-hoc* test (Tukey) je utvrdio značajno veće otpore (Grafikon 1a) na NT (2,73 MPa) i CT (2,69 MPa) u odnosu na DT (1,84 MPa). Nadalje, značajno najmanji otpori zabilježeni su na površini

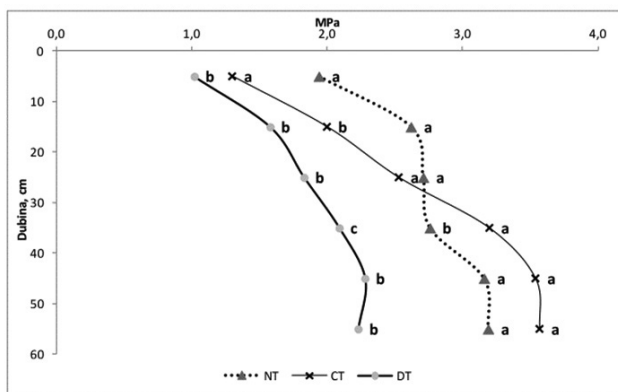
tla (1,42 MPa) u odnosu na druge dubine tla. Otpori se s dubinom povećavaju u svakom sloju tla, a značajno najveći zabilježeni su na dubinama 40 - 50 cm (2,99 MPa) i 50 - 60 cm (3,00 MPa). Slične rezultate su dobili Bogunovic i sur. (2014.) u istraživanjima utjecaja različitih načina obrade na otpore tla na pseudogleju. Na Grafikonu 1b vidljiva je vremenska varijabilnost otpora tla. Značajno najmanji otpori zabilježeni su 28. listopada 2013. godine (odmah poslije osnovne obrade) i 10. ožujka 2014. godine. Značajno najveći otpori zabilježeni su 9. srpnja 2013. godine. Vremenska varijabilnost posljedica je vremena koje je prošlo od osnovne obrade tla i trenutnog stanja vlažnosti pod pojedinim tretmanom. Vlažnost tla po tretmanima prikazana je na Grafikonu 3. Najveći otpori zabilježeni su u ljetnom periodu 2013. godine (3,89 MPa) i predstavljaju nepremostivu prepreku za daljnje širenje korijenovog sustava, dok su najmanji zabilježeni odmah nakon osnove obrade (1,65 MPa) kada je plug na CT i DT tretmanima drastično izmijenio fizikalno stanje tla i smanjio otpore na 33 % prijašnjih vrijednosti. Vertikalni prosjek otpora tla prema svim mjerenjima prikazan je na Grafikonu 2. Najveća zbijenost površinskih horizonata uočljiva je kod NT tretmana, a najmanja na DT tretmanu. Posljedica veće zbijenosti na dubini 0 - 30 cm kod NT tretmana je nedostatak svakogodišnje obrade, ali ipak treba napomenuti da su vrijednosti otpora manje od 3,0 MPa što se smatra krajnjom granicom za razvitak korijena (Hamza i Anderson, 2005.). Naprotiv navedenome, na dubini od 30 do 60 cm CT tretman bilježi najveće otpore, dok su značajno najmanji zabilježeni na DT tretmanu.

Tablica 2. ANOVA rezultati otpora tla na eksperimentalnom polju

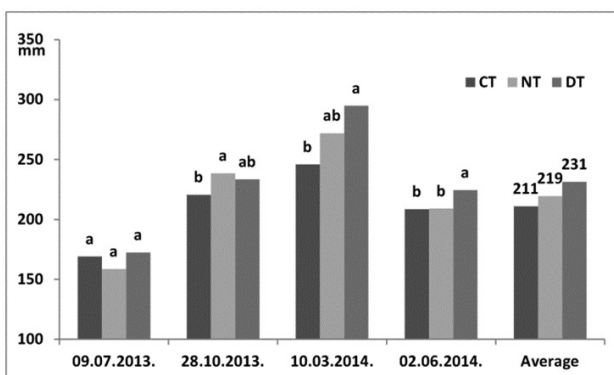
SVOJSTVO	SS	n-1	MS	F	Pr > F
<b>VRIJEME (V)</b>	961,55	4	240,39	411,01	<0,0001***
<b>TRETMAN (T)</b>	243,72	2	121,86	208,36	<0,0001***
<b>DUBINA (D)</b>	446,32	5	89,26	152,62	<0,0001***
<b>V*T</b>	164,12	8	20,52	35,08	<0,0001***
<b>T*D</b>	63,05	10	6,31	10,78	<0,0001***
<b>V*T*D</b>	123,45	40	3,09	5,28	<0,0001***



Grafikon 1. Otpori tla i *post-hoc* test (Tukey) na: a) tretmanima pokusa, b) vremenu uzorkovanja. Različita slova označuju značajnu razliku na razini  $p < 0,05$ .



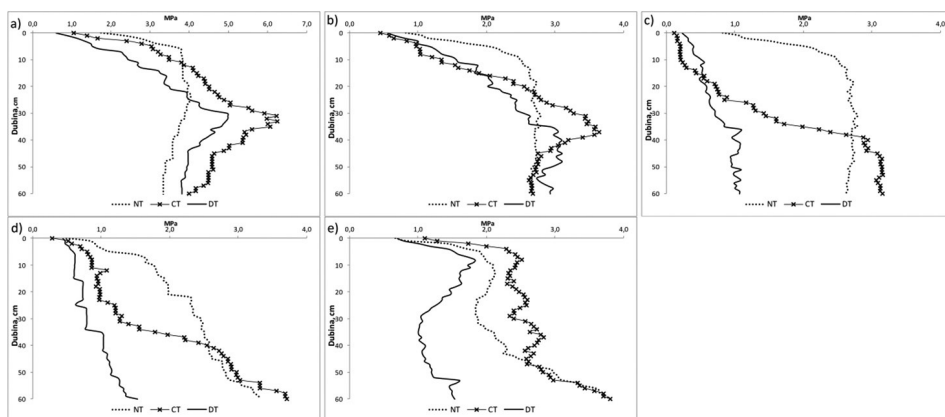
Grafikon 2. Vertikalni prikaz prosječnih otpora tla (MPa) za sva mjerenja



Grafikon 3. Stanje vlažnosti tla (mm) u dubini od 0 – 60 cm prema tretmanima

Pojedinačna mjerenja otpora tla prikazana su na Grafikonima 4a-e. Može se primijetiti da u većini mjerenja tretman s direktnom sjetvom ima veće otpore u površinskom sloju (0 - 20 cm) u odnosu na tretmane koji se obrađuju. To je posljedica obrade koja svake godine umjetno stvara strukturu te rahli tlo. I u drugim istraživanjima zabilježeni su veći otpori tla pod izostavljenom obradom u odnosu na obrađeno tlo (López i sur., 1996.; Ferreras i sur., 2000.), a pogotovo se to odnosi na površinskih 10 cm. Nadalje, u mjerenjima provedenim 9. srpnja i 28. listopada 2013. godine može se primijetiti da rezidualni učinak duboke obrade više nije izražen, dapače otpori tla na DT tretmanu veći su nego kod NT tretmana. Izgled Grafikona 4a-b upućuje da je nakon provođenja duboke obrade dovoljno nekoliko godina ponovljenih operacija oranja na istih 30 cm da bi se počeli stvarati teško propusni horizonti na granici obrade tla. Ista saznanja navodi Birkás (2008.). Nakon provođenja oranja na CT i dubokog oranja na DT, otpori su drastično smanjeni i iznose 29 % (kod CT), odnosno 28 % (kod DT) nekadašnjih vrijednosti u dubini 0 - 30

cm, odnosno 30 % nekadašnjih vrijednosti kod DT u dubini 0 - 50 cm. Mjerenje provedeno 10. ožujka (Grafikon 4d) pokazuje još uvijek povoljnije stanje na obrađenim tretmanima u odnosu na NT, iako su svi tretmani pokazali zadovoljavajuće razine otpora koje su niže od 3.0 MPa. Protekom vremena, u mjerenju provedenom 2. lipnja 2014. (Grafikon 4e) tretmani bilježe promjenu fizikalnog stanja tla. Sušenje tla, te daljnji prohodni mehanizacijom preko pokusnog polja prouzročili su povećane otpore tla, prvenstveno na dubini 5 - 20 cm. CT tretman bilježi veće otpore od NT, iako je razlika samo relativna, ne i statistički opravdana (podaci nisu prikazani). Vremenska varijabilnost otpora tla još jednom je izražena, te pokazuje da je nužno kontinuirano mjeriti fizikalno stanje tla na nekom području. Ovakva situacija nije neviđena, već su razlike između obrađivanih i tretmana s izostavljenom obradom izrazite na početku sezone, ali se brzo smanjuju protekom vremena i mogu nestati na kraju sezone (López i sur., 1996.).



Grafikon 4. Vertikalni prikaz otpora tla u mjerjenjima provedenim: a) 09.07.'13, b) 28.10.'13 prije obrade, c) 28.10.'13. poslije obrade, d) 10.03.'14, e) 02.06.'14.

## Zaključak

Usporedba tri načina obrade rezultirala je velikom vremenskom varijabilnosti u otporima tla koji su prvenstveno ovisni o vremenskim uvjetima (vlazi u tlu) i načinu, dubini i stupnju narušavanja tla tijekom obrade. Pokus je visokosignifikantan na svim istraživanim faktorima. Otpori se kreću po veličini: NT>CT>DT, dok NT i CT bilježe značajno veće otpore od DT. Na svim tretmanima otpori se povećavaju s dubinom, dok su najniži otpori zabilježeni neposredno nakon provedene obrade tla. Provedena obrada rezultira drastičnim razlikama između NT i obrađenih tretmana (CT i DT). Granica od 3,0 MPa na NT u prvih 30 cm nije prekoračena u gotovo svim mjerjenjima. Prolaskom vremena razlike između tretmana se smanjuju. Nakon svega osam mjeseci CT tretman bilježi veće otpore tla od NT, a jedan razlog je i manja konzervacija vlage na tom tretmanu. Mjerenja provedena prije obrade u srpnju 2013. godine ukazuju da rezidualni učinak duboke obrade nakon četiri godine nije vidljiv, te je u svrhu biljne proizvodnje na pseudogleju zahvat duboke obrade nužnije provoditi u kraćim intervalima.

## Literatura

1. Basic, F. (2013): The soils of Croatia, 179 pages, Springer, Netherlands.
2. Birkás, M. (2008): Environmentally-sound adaptable tillage. Akadémiai Kiadó.



3. Birkás, M., Jolánkai, M., Gyuricza, C., Percze, A. (2004): Tillage effects on compaction, earthworms and other soil quality indicators in Hungary. *Soil and Tillage Research*, 78(2), 185-196.
4. Bogunovic, I., Kistic, I., Jurisic, A. (2014): Soil Compaction under Different Tillage System on Stagnic Luvisols. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 79(1), 57-63.
5. Bogunovic, I., Kistic, I. (2015): Effects of tillage on soil compaction on clay loam soil in Pannonian region. *International Agrophysics (Under review)*.
6. Busscher, W. J., Bauer, P. J., Camp, C. R. (2006): Cotton management in a compacted subsurface micro-irrigated coastal plain soil of the southeastern US. *Soil and Tillage Research*, 91(1), 157-163.
7. Butorac A., Lacković L., Beštak, T., Vasilj, Đ., Seiwerth, V. (1981): Efficiency of reduced and conventional soil tillage in interaction with mineral fertilizing in crop rotation winter wheat – sugar beet – maize on lessive Pseudogley. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 54, 5-30.
8. Butorac, A. (1999): Opća agronomija. Školska knjiga, Zagreb, Hrvatska.
9. Chen, Y., Cavers, C., Tessier, S., Monero, F., Lobb, D. (2005): Short-term tillage effects on soil cone index and plant development in a poorly drained, heavy clay soil. *Soil and Tillage Research*, 82(2), 161-171.
10. Ferreras, L. A., Costa, J. L., Garcia, F. O., Pecorari, C. (2000): Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the southern "Pampa" of Argentina. *Soil and Tillage Research*, 54(1), 31-39.
11. Filipovic, D., Kosutic, S., Gospodaric, Z., Zimmer, R., Banaj, D. (2006): The possibilities of fuel savings and the reduction of CO<sub>2</sub> emissions in the soil tillage in Croatia. *Agriculture, ecosystems and environment*, 115(1), 290-294.
12. Hamza, M.A., Anderson, W.K. (2005): Soil compaction in cropping systems: a review of the nature, causes and possible solutions. *Soil and Tillage Research*, 82, 121-145.
13. Kistic, I., Basic, F., Nestroy, O., Mesic, M., Butorac, A. (2002): Soil erosion under different tillage methods in central Croatia. *Bodenkultur*, 53(4), 199-206.
14. López, M. V., Arrúe, J. L., Sánchez-Girón, V. (1996): A comparison between seasonal changes in soil water storage and penetration resistance under conventional and conservation tillage systems in Aragon. *Soil and Tillage research*, 37(4), 251-271.
15. Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M., Vuković, T. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, str. 72, Sarajevo.

## Influence of different tillage treatments on penetration resistance and soil water content on Pseudogley

### Abstract

The study in 2013. and 2014. included a comparison of no-tillage (NT), deep ploughing (DT) and conventional tillage (CT) on the penetration resistance on Pseudogley in the Pannonian Croatia. Results show great temporal variability due to different weather conditions and penetration resistance range in the order: NT > CT > DT. All treatments showed an increase in resistance with depth. Big differences between treatments are expressed after tillage and they are reduced over time. Eight months after tillage CT recorded greater penetration compared to NT, and one reason is lower water conservation in this treatment. Some measurements indicate that the residual effect of deep tillage after four years is not observable so deep plowing is necessary more often to conduct.

**Key words:** soil tillage, penetration resistance, soil water content, pseudogley

# Proizvodnja i prerada krumpira u Hrvatskoj

Sanja Jelić<sup>1</sup>, Ivana Varga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Student, Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska, e-mail: sanja.jeli@gmail.com

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska

## Sažetak

Cilj ovog rada je pregled proizvodnje krumpira u Hrvatskoj u razdoblju od 1956. do 2013. godine. Prosječne površine pod krumpirom u analiziranom razdoblju iznosile su 49.728 ha, dok su prinosi gomolja bili prosječno 12,7 t/ha. Najveće površine pod krumpirom su bile zasađene 1956 – 1970. (103.000 ha), dok su najveći prinosi gomolja ostvareni u razdoblju 2004 – 2013. (16,2 t/ha). U razdoblju 1971 – 2003. površine se pomalo, ali kontinuirano smanjuju. U 2003. godini u odnosu na razdoblje 1966 – 1970. prosječne površine smanjene su za čak 40 %. Iako je u razdoblju 2004. do 2013. godine prosječan prinos gomolja povećan na 16,2 t/ha, trend smanjenja površina pod krumpirom je nastavljen te je u tom razdoblju bilo zasađeno svega 14.036 ha.

**Ključne riječi:** krumpir, Hrvatska, prinos, prerada

## Uvod

Najvažnija primjena krumpira (*Solanum tuberosum* L.) je u ishrani ljudi, hranidbi životinja i industrijskoj preradi. Uzgaja se na svim zemljopisnim širinama, a najrasprostranjeniji je na području između 40° i 60° sjeverne zemljopisne širine, u umjerenom pojasu uglavnom na lakim i strukturanim tlima (Buturac i Bolf, 2000.). Najveći proizvođači krumpira u svijetu su Kina, Rusija, Indija i Sjedinjene Američke Države, dok su u Europi Njemačka, Nizozemska, Belgija, Ujedinjeno Kraljevstvo, Francuska i Ukrajina (FAOstat, 2014.). Najčešće se gomolji prerađuju u pomfrit, krokete, čips, krumpirove pahuljice, škrob i alkohol (Buturac i Bolf, 2000.), te smrznute i dehidrirane proizvode kao što su granule krumpira i brašno od krumpira. Danas u Hrvatskoj postoji nekoliko tvrtki koje prerađuju krumpir ("Agrico trade d.o.o." iz Preloga, "Frity" iz Slavenskog Broda, "DIVA" iz Velike Trnovitice, "Proizvodnja i prerada krumpira Šarić" iz Belice, "Krumpir Frank" iz Karlovca), a najveći prerađivači krumpira u čips su "Franck d.o.o." iz Zagreba i "Kanaan d.o.o." iz Donjeg Miholjca. U Hrvatskoj se krumpir najviše prerađuje u čips i pomfrit.

Hranjiva vrijednost 100 g kuhanog krumpira je 84 kcal, dok je primjerice hranjiva vrijednost 100 g kuhane bijele riže 146 kcal, a integralnog kruha 235 kcal (Buturac, 2013.). Osim ugljikohidrata krumpir sadrži minerale, vitamine i antioksidanse. Gomolj prosječne veličine od 150 g može zadovoljiti 25 do 40 % dnevnih potreba za aminokiselinama (Buturac, 2013.). Gomolji krumpira sadrže vitamine: C – askorbinska kiselina, B1 – tiamin, B2 – riboflavin, B5 – pantotenska kiselina, B6 – piridoksin, provitamin A i dr. (Lister i Munro, 2000.). Najvažniji je vitamin C, koji u obroku od 300 g krumpira može pokriti i do 50 % dnevnih potreba (Jakovljević, 1980.), 36 % dnevnih potreba vitamina B6, 20 % vitamina B1, 16 % vitamina B5 i 8 % vitamina B2 (Buturac, 2013.). Visok udio dijetalnih vlakana (uglavnom u kori) regulira peristaltiku crijeva i štiti od nastanka raka debelog

crijeva (Lešić i sur., 2002.). Dnevna potrošnja 200 g krumpira u ljudskoj prehrani osigurava 30 % kalija, 15-20 % magnezija, 17 % fosfora, 15 % bakra, 14 % željeza, 13 % mangana, 6 % joda i 3 % flora od dnevnih potreba (Buturac, 2013.).

Konzumiranje krumpira koji klija može dovesti do želučanih problema zbog veće koncentracije solanina. Solanin je otrovni glikoalkaloid koji štiti biljku od napada štetnika, gljivica itd., dok je u većim količinama otrovan za ljude i stoku. Količina od 2 mg glikoalkaloida po kg tjelesne težine može dovesti do trovanja (Buturac i Bolf, 2000.). Kako bi se izbjeglo nakupljanje glikoalkaloida u gomoljima krumpira, skladištenje se provodi u zamračenim prostorijama. Cantwell (1996.) navodi da će nakon 24 sata gomolj koji sadrži 20 mg solanina/100 g, uz intenzitet svjetlosti od 18,5 luxa, na temperaturi od 7°C udvostručiti sadržaj solanina, dok se pri temperaturi od 24°C sadržaj solanina može povećati za čak 9 puta.

Cilj ovog rada je prikaz mogućnosti i načina prerade krumpira te proizvodnje krumpira u Hrvatskoj od 1956. do 2013. godine.

## Materijal i metode

Izvori podataka o površinama (ha) i prinosima krumpira (t/ha) u Hrvatskoj za razdoblje od 1956. do 2013. godine bili su Jakovljević (1980.) te statistički godišnjaci i statistički ljetopisi Republike Hrvatske, dok su za prikaz najvećih europskih proizvođača korišteni FaoStat podaci od 2009. do 2013. godine.

## Rezultati i rasprava

Prosječne poljoprivredne površine pod krumpirom u Hrvatskoj u razdoblju od 1956. do 1970. iznosile su 103.000 ha s prosječnim prinosom 9,3 t/ha (Tablica 1.). Od tog razdoblja zasađene površine u Hrvatskoj nisu prelazile 100.000 ha. Tijekom razdoblja 1971 – 2003. površine se pomalo, ali kontinuirano smanjuju i u 2003. godini su u odnosu na razdoblje 1966 – 1970. (najveća prosječna površina, 105.000 ha) smanjene za čak 40 %. Najznačajnije smanjenje u ukupno promatranom razdoblju proizvodnje krumpira, zabilježeno je 2004. godine kada je proizvodnja organizirana na svega 16.043 ha što je u odnosu na prethodnu godinu smanjenje za 75 %, a u odnosu na razdoblje s najvećom prosječnom površinom, čak 85 %. Nakon 2004. godine nastavljen je umjereni trend smanjivanja površina pod krumpirom, a najmanja površina zabilježena je 2012. godine (10.232 ha), što je svega 10% od maksimuma proizvodnih površina iz razdoblja 1966 – 1970. Prosječni prinos krumpira u razdoblju od 1956. do 1995. godine bio je manji od 10 t/ha, dok je od 1996. godine, uz izuzetak 1997. i 2003., bio veći od 10 t/ha. U posljednjoj promatranoj dekadi (2004. do 2013. godina), prosječni prinos krumpira bio je u rasponu od 14,5 do 19,3 t/ha i bio je značajno veći (37 do 53 %) u odnosu na prinos ostvaren u razdoblju kad se krumpir proizvodio na najvećim površinama (9,1 t/ha). Podaci za 2002. godinu ukazuju kako zadovoljavajuće povećanje prinosa može nadoknaditi smanjenje proizvodnih površina. Iako je te godine površina smanjena 40 % u odnosu na maksimalan prosjek iz razdoblja 1956 – 1970., proizvedeno je 995.456 t krumpira. Usporedbom proizvodnje krumpira u kontinentalnoj i jadranskoj Hrvatskoj (Statističke baze podataka, 2015.) u razdoblju od 2005. do 2013. godine najviše zasijanih površina bilo je u kontinentalnoj Hrvatskoj, gdje je prosječna veličina zasijanih površina iznosila je 10.585 ha sa prosječnim prinosom 17,31 t/ha, dok je na području jadranske Hrvatske u istom razdoblju pod krumpirom bilo 3.227 ha, a prosječni prinos krumpira bio je 13,08 t/ha.

Jelković (2015.) navodi kako se u Hrvatskoj smanjuju i površine pod sjemenskim krumpirom. U razdoblju od 1985. do 1990. u Hrvatskoj je godišnja proizvodnja sjemenskog krumpira bila na 500 ha, te je ostvarena proizvodnja od prosječno 6.000 t sjemena čime je Hrvatska bila jedna od

većih proizvođača u okruženju. Nadalje, autor ističe kako je u 2010. godini sjemenska proizvodnja krumpira bila na 139 ha, a u 2014. godini smanjena je na svega 59 ha što je 8,47 puta manje od proizvodnje u razdoblju 1985 – 1990. Gugić i sur. (2014.) također ističu značajno smanjenje površina pod krumpirom u razdoblju od 2005. do 2013. godine, te napominju kako se u Hrvatskoj kontinuirano smanjuje i domaća potrošnja krumpira. Autori dalje predviđaju da će se od 2013. do 2016. godine stupanj samodostatnosti kretati u rasponu od 83,98 % (2013.) do 89,72 % (2016.), međutim, domaća proizvodnja neće pokrivati i domaću potrošnju.

Najveći proizvođači krumpira u Europskoj Uniji su Njemačka, Francuska, Nizozemska, Ujedinjeno Kraljevstvo i Belgija čiji prosječan prinos od 2009. do 2013. godine iznosi 43,60 t/ha (Tablica 2.), dok je Hrvatska u istom razdoblju ostvarila prosječan prinos krumpira od svega 16,34 t/ha.

Tablica 1. Uzgojne površine, prinos i proizvodnja krumpira u Hrvatskoj, 1956 – 2013.

Godina	Površine krumpira (ha)	Prinos krumpira (t/ha)	Proizvodnja krumpira (t)
1956 – 1965.	101.000	9,5	997.500
1966 – 1970.	105.000	9,1	955.500
<b>Prosjek 1956 – 1970.</b>	<b>103.000</b>	<b>9,3</b>	<b>976.500</b>
1971 – 1974.	94.000	7,5	705.000
1975 – 1984.	85.872	8,2	704.150
1985 – 1989.	79.622	8,1	644.938
1990 - 1995.	68.975	8,5	586.287
1996.	65.537	10,2	668.477
1997.	63.189	9,8	619.252
1998.	64.931	10,2	662.296
1999.	66.374	11,0	730.114
2000.	65.232	11,5	750.168
2001.	65.641	13,9	912.410
2002.	64.640	15,4	995.456
2003.	63.097	9,7	612.041
<b>Prosjek 1971 – 2003.</b>	<b>70.593</b>	<b>10,3</b>	<b>715.882</b>
2004.	16.043	15,4	247.062
2005.	18.903	14,5	274.093
2006.	16.759	16,4	274.847
2007.	17.355	17,1	296.770
2008.	15.000	17,0	255.000
2009.	14.000	19,3	270.200
2010.	10.950	16,3	178.485
2011.	10.881	15,4	167.567
2012.	10.232	14,8	151.434
2013.	10.234	15,9	162.721
<b>Prosjek 2004-2013.</b>	<b>14.036</b>	<b>16,2</b>	<b>227.818</b>
<b>Prosjek 1956-2013.</b>	<b>49.728</b>	<b>12,7</b>	<b>631.546</b>

Izvor podataka: Jakovljević (1980.); Statistički godišnjak SR Hrvatske 1971., 1985.; Statistički godišnjak Republike Hrvatske 1990.; Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2000., 2010., 2013., 2014.

Iako su prosječni prinosi gomolja krumpira u Hrvatskoj značajno manji u odnosu na vodeće europske proizvođače, u Hrvatskoj ima proizvođača koji ostvaruju vrlo visoke prinose krumpira.

Primjerice tvrtka “Kanaan d.o.o.” iz Donjeg Miholjca za svoje kooperante sjemenski materijal uvozi iz Njemačke, Nizozemske i Poljske, a poželjno je da sklop (u sadnji) bude 44.000 gomolja/ha. Uz pravilnu agrotehniku i navodnjavanje njihovi kooperanti ostvaruju prosječan prinos gomolja od 35 do 40 t/ha, iako ima i proizvođača koji postižu prinose gomolja krumpira više od 50 t/ha. Iz toga proizlazi da je potencijal domaće proizvodnje krumpira puno veći, a razvoj će ovisiti o primjeni suvremene tehnologije i prerade te naročito o povezivanju proizvođača. Primarni cilj proizvodnje krumpira u Hrvatskoj je povećavanje proizvodnje kako bi se mogle zadovoljiti domaće potrebe za krumpirom.

Tablica 2. Uzgojne površine (ha) i prinos (t/ha) krumpira najvećih europskih proizvođača, 2009 – 2013.

	Godina	Zemlja				
		Njemačka	Francuska	Nizozemska	Ujedinjeno Kraljevstvo	Belgija
Površina	2009.	263.700	159.315	154.971	144.000	73.724
Prinos		44,06	45,53	46,34	44,42	44,71
Površina	2010.	255.200	157.082	156.969	138.000	81.760
Prinos		39,98	42,16	43,6	43,88	42,27
Površina	2011.	258.700	158.643	159.233	146.000	82.341
Prinos		45,76	46,9	46,05	43,92	50,14
Površina	2012.	238.300	154.229	149.770	149.000	64.500
Prinos		44,76	41,11	45,17	30,56	45,42
Površina	2013.	242.800	160.700	155.800	139.000	75.400
Prinos		39,83	43,4	43,65	40,14	46,15
Površina	Prosjek	251.740	157.994	155.349	143.200	75.345
Prinos	2009-13.	42,88	43,82	44,96	40,58	45,74

Izvor podataka: FAOStat, 2009. – 2013.

## Zaključak

Krumpir je intenzivna kultura te je njegova agrotehnička i gospodarska vrijednost velika, međutim površine krumpira u promatranom razdoblju 1956 – 2013. prati trend smanjenja. U razdoblju 1956 – 1970. površine pod krumpirom u Hrvatskoj iznosile su 103.000 ha s prosječnim prinosom 9,3 t/ha, od tog razdoblja zasađene površine u Hrvatskoj nisu prelazile 100.000 ha. Tijekom razdoblja 1971 – 2003. površina se pomalo, ali kontinuirano smanjuje i u 2003. godini je u odnosu na razdoblje 1966 – 1970. površina su smanjena za 40 %. Iako je u razdoblju 2004. do 2013. godine prosječan prinos gomolja povećan na 16,2 t/ha, trend smanjenja površina pod krumpirom je nastavljen te je u tom razdoblju bilo zasađeno svega 14.036 ha. Osim smanjenja proizvodnje konzumnog i industrijskog krumpira, smanjuje se i sjemenska proizvodnja krumpira koja je 2010. godine bila na 139 ha, a u 2014. godini na svega 58 ha. S obzirom da su agroekološki uvjeti u Hrvatskoj povoljni za proizvodnju krumpira, uz pravilnu agrotehniku i uvođenjem sustava za navodnjavanje, prosječan prinos krumpira u Hrvatskoj bi se mogao značajno povećati.

## Literatura

1. Buturac, I. (2013): Gospodarska važnost, hranidbena vrijednost, proizvodnja i potrošnja krumpira u svijetu i u nas, Glasilo biljne zaštite, godina XIII, br. 4, 265-270.
2. Buturac, I., Bolf, M. (2000): Proizvodnja krumpira, Hrvatski zadružni savez, Zagreb.
3. Cantwell, M. (1996): A review of important facts about potato glycoalkaloids, Perishables handling newsletter issue no. 87, 26-27.
4. FaoStat (2014.). <http://faostat.fao.org/> (23.2.2015.).
5. Gugić, J., Zrakić, M., Tomić, M., Šuste, M., Gegić, I., Franjkić, D. (2014): Stanje i tendencije proizvodnje i potrošnje krumpira u Republici Hrvatskoj, Zbornik radova 49. hrvatskog i 9. međunarodnog simpozija agronoma, 135-139.
6. Interni podaci tvrtke "Kanaan d.o.o.", Donji Miholjac.
7. Jakovljević, M. (1980): Gajenje krompira, Nolit Beograd.
8. Jelković, D. (2015): Ima li sjemenska proizvodnja krumpira u Hrvatskoj budućnost?, Gospodarski list 4, 30-32.
9. Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Herak Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002): Povrčarstvo, Zrinski. Čakovec, 99 – 105.
10. Lister, C. E., Munro, J. (2000): Nutrition and health qualities of potatoes a future fokus, New Zeland Institute for Crop & Food Research, New Zeland.
11. Statističke baze podataka, (2015.): Državni zavod za statistiku, Zagreb. <http://www.dzs.hr/>- PC Axis baze podataka (25. 2. 2015.).
12. Statistički godišnjak Republike Hrvatske (1990): Republički zavod za statistiku, Zagreb.
13. Statistički godišnjak SR Hrvatske (1971): Republički zavod za statistiku, Zagreb.
14. Statistički godišnjak SR Hrvatske (1985): Republički zavod za statistiku, Zagreb.
15. Statistički ljetopis Republike Hrvatske (2000): Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb.
16. Statistički ljetopis Republike Hrvatske (2010): Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb.
17. Statistički ljetopis Republike Hrvatske (2013): Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb.
18. Statistički ljetopis Republike Hrvatske (2014): Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb. [http://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/ljetopis/2014/sljh2014.pdf](http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2014/sljh2014.pdf). (12.3.2015.).

## Potatoes production and processing in Croatia

### Abstract

The aim of this paper is to review the production of potatoes in Croatia in the period from 1956 to 2013. Average area under potatoes in the analyzed period amounted to 49.728 ha, while the yield of tubers were an average of 12.7 t/ha. The largest area under potatoes was planted from 1956 to 1970. (103.000 ha), while the highest yields of tubers realized in the period from 2004 – 2013 (16.2 t/ha). Between 1971 to 2003 area under potato continuously decreasing. In 2003 in relation to the period 1966 – 1970 average sown area has been reduced by 40 %. Although, from 2004 to 2013 the average tuber yield increased to 16.2 t/ha, decreasing trend in area under potato has continued and in this period has been planted only 14.036 ha.

**Key words:** potatoes, Croatia, yield, processing

## Utjecaj kemijskih svojstava tala kućnih vrtova Baranje na boju cvijeta hortenzije (*Hydrangea macrophylla* L.)

Jasna Kraljičak<sup>1</sup>, Vesna Židovec<sup>2</sup>, Željko Kraljičak<sup>3</sup>, Vesna Vukadinović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska, e-mail: jasna.kraljicak@pfos.hr

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

<sup>3</sup>Osječko-baranjska županija, Trg A. Starčevića 2, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Hortenzija je ukrasna biljna vrsta koju karakterizira specifična boja cvijeta ovisna o uvjetima uzgoja. Tako ista vrsta na različitim staništima cvjeta plavom, ružičastom ili kombinacijama različitih boja na istoj biljci. Analizirana su tla ruralnih kućnih vrtova na području Baranje i njihov utjecaj na boju cvijeta hortenzije (*Hydrangea macrophylla*), starosti biljke 30 i više godina. Prema boji cvjetova biljke su razvrstane u tri kategorije. Za svaku kategoriju izabrane su tri lokacije i uzeti uzorci tla s dubine 0 - 30 cm i 30 - 60 cm. Analizom rezultata kemijske analize uzoraka tla i usporedbom s bojom cvjetova može se izvesti zaključak kako reakcija tla nije utjecala na boju cvijeta hortenzije. Također, više koncentracije fosfora i kalija u tlu, kao i postotak karbonata, negativno se odražavaju na pojavu plavih cvjetova. Količina humusa u tlu je dosta visoka, ali ne utječe značajno na boju cvijeta hortenzije. Kod plavih i višebojnih cvjetova vrijednosti AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i AL-K<sub>2</sub>O u tlu su podjednake i znatno niže u odnosu na tla s ružičastim cvjetovima. Biljka hortenzije poprima plavu boju cvijeta u tlima s nižim pH, ali znatno veći utjecaj na boju cvijeta imaju karbonati, fosfor i kalij.

**Ključne riječi:** hortenzija (*Hydrangea macrophylla*), boja cvijeta, kućni vrt

### Uvod

Najstariji fosilni ostaci hortenzije, starosti 40 - 65 mil. godina, pronađeni su na Aljasci, u Oregonu i Kaliforniji. Ime ove cvjetnice potječe od grčkih riječi: *hydro* - voda i *angenion* - posuda, što upućuje na njene velike zahtjeve prema vodi. Rod hortenzija ima oko 75 cvatućih vrsta među kojima one s grmovima visine 1 - 3 m dominiraju nad niskim stablima i penjačicama. *Hydrangea macrophylla* je grmolika drvenasta biljka visine 70 - 150 cm, promjera do 200 cm. Cvjetne glavice čine dvije vrste cvjetova: unutar glavice smješteni su neugledni fertilni cvjetovi, a okružuju ih veći sterilni cvjetovi sastavljeni od četiri latice. Hortenzije najbolje uspijevaju na polusjenovitim i vlažnim mjestima, posađene pojedinačno ili u skupinama. Ukraša mnogih kućnih vrtova urbanih i ruralnih sredina. Prema Regulativi EU 2092/91, kućni vrt, eng. „*homegarden*“, je definiran kao malen, ograđeni dio zemljišta u blizini doma poljoprivrednog proizvođača, gdje se na gredicama uzgajaju jednogodišnje i dvogodišnje cvjetne vrste te trajnice. U radu su prezentirani rezultati kemijskih analiza tla ruralnih kućnih vrtova iz Baranje te njihov utjecaj na boju cvijeta hortenzije (*Hydrangea macrophylla*), starosti 30 i više godina.



Boja cvijeta hortenzije ovisi o svojstvima staništa. Tako ista vrsta na jednom staništu ima cvijet plave boje, a na drugom ružičaste. Moguća je i kombinacija više boja u jednoj cvjetnoj glavici: od svijetlo ružičaste preko svijetlo ljubičaste i plave do tamno ljubičaste. Najčešće se u literaturi kao uzrok spominje reakcija tla. Tako Herak-Ćustić (2005.) ističe kako uspjeh neke biljne proizvodnje u najvećoj mjeri ovisi o opskrbljenosti tla makro i mikrohranivima, dok na njihovu mobilnost i usvajanje značajno utječe pH tla. Tako je za plave hortenzije optimalni pH(KCl) u granicama 4,5 - 5,5, a za ružičaste i bijele neutralna do slabo alkalna reakcija. Hoffmann (2010.) navodi da će pri pH-vrijednostima nižim od 6 hortenzija poprimiti plavu boju cvjetova, a pri pH iznad 6,8 ružičastu boju. Također, Halcomb i Reed (2010.) ističu da kod pH-vrijednosti 4,5 - 5,5 hortenzija cvjeta plavom, ružičasto kod pH-vrijednosti 6 - 7, a višebojni cvjetovi se javljaju pri pH 5,5 - 6,5. Veliki dio znanstvenika zastupa stajalište kako na boju cvijeta presudan utjecaj ima koncentracija  $Al^{3+}$  iona u tlu, što u biti i dalje stavlja naglasak upravo na reakciju tla, kao ključan činitelj. Blom i Piott (1992.) su istraživali utjecaj aluminijevog sulfata na pojavu plave boje cvijeta. Tijekom pokusa u plasteniku biljke su tretirane s različitim koncentracijama  $Al_2(SO_4)_3$ . Plavu boju cvijeta su poprimile biljke kojima su dodane najviše doze  $Al_2(SO_4)_3$ . Handreck (1997.) je hortenzije uzgajao u hidroponima s različitim pH-vrijednostima (4,5; 5,1; 5,7) medija. Rezultati su pokazali da i više koncentracije  $Ca^{2+}$  i  $K^+$  iona pridonose plavoj boji cvijeta, dok fosfor negativno utječe na pojavu plavih cvjetova, jer blokira unos  $Al^{3+}$  iona. Uzgojem hortenzija u mediju čiji je pH 4,5 - 5,5 te prihranom s jednakim omjerima N, P i K gnojiva u tri faze rasta tijekom vegetacije Kunitake i sur. (2002.) su dobili plavu boju cvjetova. Geraldine sa suradnicima (2002.) preporučuje korištenje zeolita u uzgoju hortenzija, kao izvora  $Al^{3+}$  iona, ali ujedno naglašava i veliki utjecaj P, K, pH i EC na moć njegovog usvajanja. Prema nekim istraživačima bitnu ulogu imaju biljni pigmenti. Naumann i Horst (2003.) utvrđuju kako je za plavu boju cvijeta hortenzije bitan transport  $Al^{3+}$  iona u cvjetove i njegov odnos s antocianinima, cyanidinom i delphinidinom. Analiza koncentracije  $Al^{3+}$  i organskih kiselina u staničnom soku ksilema otkrila je dominantnu ulogu citrata za transport  $Al^{3+}$  kod plavih cvjetova hortenzije. Međutim, rezultati pokusa Hariria i suradnika (2013.) pokazuju kako nema razlike u sadržaju pigmenta anthocyanina u plavim, ružičastim i višebojnim cvjetovima. Sukladno navedenim iskustvima, cilj istraživanja je bio odabrati lokacije kućnih vrtova na području Baranje s tipičnim biljkama hortenzije starosti 30 ili više godina, različito obojenih cvjetova te na temelju kemijske analize tla utvrditi u kolikoj mjeri kemijska svojstva, odnosno reakcija tla, utječu na boju cvijeta.

## Materijal i metode

Tijekom lipnja 2014. godine na području Baranje izvršeno je uzorkovanje tla u 9 kućnih vrtova koji imaju cvijet hortenzije (*Hydrangea macrophylla*) starosti 30 i više godina. Odabir lokacija je vršen temeljem boje cvjetnih glavica: ružičaste, plave ili višebojne. Svaka boja je zastupljena na 3 različita staništa. Uzorkovanje je vršeno agrokemijskim sondama na dvije dubine (0 - 30 cm i 30 - 60 cm). Kemijske analize su obavljene u Laboratoriju za kontrolu plodnosti tla Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku standardnim metodama. Određena je reakcija tla u vodi i 1 mol  $dm^{-3}$  KCl-a, sadržaj humusa bikromatnom metodom, sadržaj biljkama pristupačnih oblika fosfora i kalija AL-metodom, a sadržaj karbonata volumetrijski (Škorić, 1992., Đurđević, 2014.).

## Rezultati i rasprava

U tablicama 1. i 2. prikazani su statistički pokazatelji rezultata kemijskih analiza uzoraka tla uzetih iz dvije dubine (0 - 30 cm, 30 - 60 cm) za tri različite boje cvijeta (ružičaste, plave i višebojne). Dobivene vrijednosti reakcije tla (pH(KCl)) ne ukazuju na značajnije razlike, što je vidljivo iz vrijednosti koeficijentata varijacije koji je u obje dubine istraživanja manji od 5 %. U oraničnom sloju (0 - 30 cm) vrijednosti pH(KCl) su od 6,70 do 7,36, što ukazuje na neutralnu reakciju tla (Đurđević, 2014.). U dubljim slojevima raspon pH(KCl) 6,90 - 7,35 također označava neutralnu reakciju. Pro-



sječna vrijednost reakcije tla za ružičaste hortenzije na dubini 0 - 30 cm je pH(KCl) 7,04, za plave pH(KCl) 6,85, a za višebojne pH(KCl) 7,27 (Tablica 1.). U dubljim slojevima (Tablica 2.) se prosječne pH-vrijednosti u 1 mol dm<sup>-3</sup> KCl kreću od 7,08 za plave cvjetove, preko 7,23 za ružičaste do 7,39 za višebojne.

S obzirom na neutralnu reakciju tla uzorci iz obje dubine sadrže karbonate. Njihov sadržaj se kreće od 1,27 do 8,06 % CaCO<sub>3</sub> u površinskom sloju (Tablica 1.), a u podpovršinskom od 0,86 do 9,02 % CaCO<sub>3</sub> (Tablica 2). Najveća varijabilnost je prisutna na staništima s plavim cvjetovima. U površinskim slojevima vrijednost Kv je 36,77 %, a u podpovršinskom 33,33 %. Najniži Kv je u podpovršinskom sloju višebojnih hortenzija (Tablica 2.).

Tablica 1. Kemijska svojstva tala na dubini 0 - 30 cm

Boja cvijeta		pH(KCl)	pH(H <sub>2</sub> O)	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg 100g <sup>-1</sup>	AL-K <sub>2</sub> O mg 100g <sup>-1</sup>	Humus %	CaCO <sub>3</sub> %
RUŽIČASTA	n	3	3	3	3	3	3
	$\bar{x}$	7,04	7,71	280,37	61,97	4,74	6,72
	$\sigma$	0,17	0,31	26,79	30,62	2,91	1,38
	Kv	2,40	4,04	9,56	49,42	61,34	20,57
	min	6,85	7,36	252,4	33,4	2,25	5,3
	max	7,18	7,95	305,8	94,3	7,94	8,06
PLAVA	n	3	3	3	3	3	3
	$\bar{x}$	6,85	7,73	83,57	25,70	2,96	2,19
	$\sigma$	0,16	0,12	36,07	24,86	1,77	0,81
	Kv	2,36	1,51	43,17	96,72	59,59	36,77
	min	6,7	7,6	45,4	11	1,86	1,27
	max	7,02	7,83	117,1	54,4	5	2,76
VIŠEBOJNI	n	3	3	3	3	3	3
	$\bar{x}$	7,27	8,13	47,23	22,97	1,70	4,17
	$\sigma$	0,14	0,14	33,25	4,85	0,26	1,29
	Kv	1,88	1,68	70,39	21,13	15,02	31,01
	min	7,11	8,02	8,9	18,2	1,46	2,76
	max	7,36	8,28	68,2	27,9	1,97	5,3

*Tumač kratica:* n – broj uzoraka,  $\bar{x}$  – prosječna vrijednost,  $\sigma$  – standardna devijacija, Kv – koeficijent varijacije (%), max – maksimalna vrijednost, min – minimalna vrijednost

Opskrbljenost tala kućnih vrtova s biljkama pristupačnim oblikom fosfora u obje dubine je u granicama 8,90 - 356,50 mg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100g<sup>-1</sup> tla. Analiza prosječnih vrijednosti pokazuje ekstremno visoku opskrbljenost (Vukadinović, Vukadinović, 2011.), jer su svi analitički rezultati daleko iznad 45 mg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100g<sup>-1</sup> tla (Tablica 1. i 2.).

U oraničnom sloju prosječne vrijednosti su: 280,37 mg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100g<sup>-1</sup> za ružičaste cvjetove; 83,57 mg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100g<sup>-1</sup> na lokacijama plavih cvjetova i 47,23 mg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100g<sup>-1</sup> za višebojne cvjetove.

Ovakav raspon opskrbljenosti pristupačnim oblikom fosfora upućuje na veliku varijabilnost (Tablica 1.), što se može vidjeti kroz vrijednosti standardne devijacije ( $\sigma = 26,79 - 36,07$ ), odnosno koeficijenta varijacije ( $K_v = 9,56 - 70,39$  %). U dubljim slojevima su prosječne vrijednosti niže (Tablica 2.), ali i dalje uz veliku varijabilnost ( $K_v = 40,05 - 95,62$  %).

Opskrbljenost biljkama pristupačnim kalijem je također visoka. Sadržaj AL-K<sub>2</sub>O u površinskih 30 cm tla (Tablica 2.) se kreće od 11,0 do 94,3 mg K<sub>2</sub>O 100g<sup>-1</sup> tla, a u dubljim slojevima (30 - 60 cm) je nešto niži (6,6 - 70,5 mg K<sub>2</sub>O 100g<sup>-1</sup> tla).

Prosječne količine kalija u tlu variraju kod različitih boja cvjetova. Na lokacijama s ružičastim cvjetovima prosječne vrijednosti u površinskim slojevima iznose 61,97 mg K<sub>2</sub>O 100g<sup>-1</sup>, a na 30 - 60 cm dubine 41,03 mg K<sub>2</sub>O 100g<sup>-1</sup>. Lokacije s plavim cvjetovima imaju niži sadržaj kalija cijelom dubinom, a najniži imaju vrtovi s višebojnim cvjetovima (22,97 mg K<sub>2</sub>O 100g<sup>-1</sup> tla u površinskim, odnosno 15,07 mg K<sub>2</sub>O 100g<sup>-1</sup> tla u podpovršinskim slojevima). I ovdje su rezultati raspršeni te su vrijednosti  $K_v$  u površinskim slojevima 21,13 - 96,72 %, a u dubljim slojevima 23,56 - 110,01 % (Tablica 1., 2.).

Tablica 2. Kemijska svojstva tala na dubini 30 - 60 cm

Boja cvijeta		pH(KCl)	pH(H <sub>2</sub> O)	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg 100g <sup>-1</sup>	AL-K <sub>2</sub> O mg 100g <sup>-1</sup>	Humus %	CaCO <sub>3</sub> %
RUŽIČASTA	n	3	3	3	3	3	3
	$\bar{x}$	7,23	7,72	279,50	41,03	4,40	7,30
	$\sigma$	0,30	0,50	111,93	26,41	4,04	1,97
	$K_v$	4,20	6,49	40,05	64,36	91,92	26,99
	min	6,9	7,15	151,1	19,5	1,5	5,15
	max	7,5	8,08	356,5	70,5	9,02	9,02
PLAVA	n	3	3	3	3	3	3
	$\bar{x}$	7,08	7,74	56,67	18,50	1,79	1,29
	$\sigma$	0,10	0,10	42,31	20,35	0,74	0,43
	$K_v$	1,35	1,25	74,66	110,01	41,46	33,33
	min	6,97	7,66	17,6	6,6	1,31	0,86
	max	7,14	7,85	101,6	42	2,64	1,72
VIŠEBOJNI	n	3	3	3	3	3	2
	$\bar{x}$	7,39	8,05	99,97	15,07	1,81	3,65
	$\sigma$	0,12	0,13	95,59	3,55	0,31	0,30
	$K_v$	1,67	1,56	95,62	23,56	17,00	8,14
	min	7,29	7,92	30,1	12,1	1,57	3,44
	max	7,53	8,17	208,9	19	2,16	3,86

Tumač kratica: n – broj uzoraka,  $\bar{x}$  – prosječna vrijednost,  $\sigma$  – standardna devijacija,  $K_v$  – koeficijent varijacije (%), max – maksimalna vrijednost, min – minimalna vrijednost

Sadržaj humusa u površinskih 30 cm kreće se u granicama od 1,46 % (višebojni cvijet) do 7,94 % (ružičasti cvijet). U podpovršinskom sloju vrijednosti su niže, što je očekivano (Tablica 2.). Prema

Gračaninu (Škorić, 1992.), samo su kućni vrtovi s hortenzijama ružičaste boje dosta humozni cijelom dubinom istraživanja. Sadržaj humusa do 30 cm dubine je 4,74 %, odnosno 4,37 % na dubini 30 - 60 cm. Kućni vrtovi na preostalim lokacijama s plavim i višebojnim cvjetovima su slabo humozni (sadržaj humusa je < 3%). Varijabilnost rezultata je velika. Tako se Kv u površinskim slojevima kreće od 15,02 do 61,34 % (Tablica 1.), a u podpovršinskim Kv = 17,00 - 91,92 % (Tablica 2.).

## Zaključak

Usporedbom rezultata kemijske analize uzoraka tla i bojom cvjetne glavice može se izvesti zaključak da pH-vrijednost tla izabranih lokacija nema utjecaja na boju cvijeta hortenzije. Osim toga, više koncentracije fosfora i kalija te karbonata u tlu, negativno se odražavaju na pojavu plavih cvjetova. Visoki sadržaj humusa, kojem može biti uzrok česta inkorporacija organskih gnojiva u kućnim vrtovima, nije imala utjecaj na boju cvijeta. Kod plavih i višebojnih cvjetova vrijednosti fosfora i kalija su podjednake te znatno niže u odnosu na ružičaste cvjetove, što može navesti na zaključak kako je za postizanje plave boje cvijeta potrebna manja količina ovih elemenata.

## Literatura

1. Blom, T. J., Piott, B. D. (1992): Florists Hydrangea Blueing with Aluminum Sulphate Applications during Forcing. Hortscience 27(10):1084-1087.
2. Đurđević, B. (2014): Praktikum iz ishrane bilja. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. ISBN: 978-953-7871-30-7. <http://suncokret.pfos.hr/~dsego/Praktikum%20iz%20ishrane%20bilja.pdf>
3. Geraldine, B. O., Kimberly, A. W. (2002): Use of Precharged Zeolite to Provide Aluminum During Blue Hydrangea Production. Journal of Plant Nutrition, 26(9): 1825-1840.
4. Halcomb, M., Reed, S. (2010): Hydrangea production, University of Tennessee, United States.
5. Handreck, K. A. (1997): Production of blue hydrangea flowers without aluminium drenches. Journal of Plant Nutrition, 28(13-14): 1191 - 1198.
6. Herak Ćustić, M., Čoga, L., Ćosić, T., Petek, M., Poljak, M., Jurkić, V., Pavlović, I., Ljubičić, M., Ćustić, S. (2005): Reakcija tla-bitan preduvjet za odabir bilja u hortikulturi. Agronomski glasnik, 67(2-4):235-253.
7. Hoffmann, H. (2010): Soil pH and plant health in the home garden.
8. Kunitake, T., Tanigawa, T., Kuroyanagi, N. (2002): Effect of compost pH, compost material and fertilization concentration in subirrigation culture of hydrangea on growth and sepal color.
9. Naumann, A., Horst, W. J. (2003): Effect of aluminium supply on aluminium uptake, translocation and blueing of *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser. cultivars in a peat-clay substrate. Journal of horticultural science biotechnology. 78(4):463-469.
10. Rifqi Hariri, M., Nugrahaningsih, N., Balqis. B. (2013): Study of Anthocyanin Pigment in Three Different Sepal Colour of Hortensia (*Hydrangea macrophylla*).
11. Škorić, A. (1992.): Priručnik za pedološka istraživanja. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet poljoprivrednih znanosti – Zagreb, Zagreb.
12. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011): Ishrana bilja. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

## Influence of soil chemical properties of home gardens in Baranja on the color of the flower hydrangea (*Hydrangea macrophylla* L.)

### Abstract

Hydrangea is an ornamental plant species characterized by a specific flower color dependent on the conditions of cultivation. So the same kind of plant in different locations blooms blue, pink or in combination of different colors on the same plant. Soil samples in rural home gardens in Baranja country were analyzed as well as their impact on the color of the hydrangea (*Hydrangea macrophylla*) flower (plant age 30 and older). Plants are divided into three categories according to color of the flowers. For each category three locations were selected and soil samples were taken from depths of 0-30 and 30-60 cm. The chemical analysis of the soil samples compared to the color of the hydrangeas flower has given the conclusion that the soil pH didn't have any impact on the color of the flower. Also more phosphorus and potassium in the soil have a negative impact on the appearance of blue flowers, as well as the percentage of carbonate. The amount of humus in the soil is quite high but does not significantly affect the color of the hydrangea flower. The amount of phosphorus and potassium in the soil with blue and multicolored flowers level are equal but are significantly lower in comparison to pink flowers. The hydrangeas plant flowers will achieve blue color in soils with slightly lower pH, but carbonates, phosphorus and potassium had significant effect on the color of the flower.

**Key words:** *Hydrangea macrophylla*, the colour of flowers, homegarden

## Učinkovitost navodnjavanja kukuruza (*Zea mays* L.) u različitim vremenskim uvjetima

Monika Marković<sup>1</sup>, Jasna Šošćarić<sup>1</sup>, Vladimir Zebec<sup>1</sup>, Marko Josipović<sup>2</sup>, Pero Grgić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska, e-mail: monika.markovic@pfos.hr

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

<sup>3</sup>Student, Poljoprivredni fakultet, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek

### Sažetak

U radu je analizirana učinkovitost navodnjavanja (UN) te učinkovitost norme navodnjavanja (UNN) tijekom dvije vremenski različite godine (2008. i 2009. god.) na sljedećim hibridima: b1 = OSSK 596; b2 = OSSK 602; b3 = OSSK 617; b4 = OSSK 552. Proučavana su dva tretmana navodnjavanja (a2 = 60-100 % PVK; a3 = 80-100 % PVK) i norme navodnjavanja koje su se razlikovale po godinama istraživanja. Unatoč vremenski različitim godinama nisu utvrđene značajne razlike po godini istraživanja. U prosjeku UN iznosila je 107 %, a UNN 6,8 kg ha<sup>-1</sup>/mm (N=48). UN bila je u rasponu od 88,8 % do 126,6 %. UNN bila je u rasponu od 0,38 do 27,6 kg ha<sup>-1</sup>/mm. Veća UN ostvarena je na a2 varijanti istraživanja u obje godine dok je veća UNN ostvarena na a2 varijanti u prosječnoj 2008. god., odnosno na a3 varijanti u sušnoj 2009. god. Najmanja UN i UNN zabilježena je kod b2 (2008.) i b3 (2009.) hibrida.

**Ključne riječi:** navodnjavanje, učinkovitost navodnjavanja (UN), učinkovitost norme navodnjavanja (UNN), vremenski uvjeti

### Uvod

Jedan od izazova suvremene poljoprivredne prakse jeste proizvesti što veću količinu hrane uz što manji utrošak vode („more crop per a drop“). Izazov čini većim sve učestalija pojava suša na području istočne Hrvatske koja ima za posljedicu nestabilne i niske urode jarih usjeva. Šošćarić i sur. (2012.) navode učestaliju pojavu suše na području Osijeka i Slavonskog Broda u razdoblju od 2000. do 2010. god. u odnosu na prethodno 30-god. razdoblje (1971-2000.). Prema ranije objavljenim rezultatima istraživanja, Josipović i sur., (2012.), Kovačević i sur., (2009.<sup>a,b</sup>), Kovačević i sur., (2010.), Krizmanić i sur., (2014.), Marković i sur., (2012.<sup>b</sup>), variranje uroda kukuruza na području istočne Hrvatske posljedica je klimatskih promjena. Prema navedenome, uvođenje navodnjavanja na području istočne Hrvatske je opravdana agrotehnička i ekonomska mjera. Međutim, obzirom na učestalost pojave suša povećava se i potrošnja vode u poljoprivrednoj proizvodnji. Kao rezultat toga javlja se pitanje učinkovitosti sustava za navodnjavanje odnosno učinkovitost norme i obroka navodnjavanja (dodane količine vode u vegetaciji i jednom navodnjavanju). Učinkovitost navodnjavanja (UN) promatrana je kroz više aspekata ovisno o korištenom sustavu za navodnjavanje, uzgoju u kontroliranim uvjetima ili na otvorenome, gubicima prilikom navodnjavanja (isparavanje, površinsko otjecanje). Prema Howell (2003.) UN analizira

utrošenu količinu vode te potiče bolju iskoristivost i održivost vodnih resursa. Autor navodi kako se UN definira u smislu: ravnomjernosti apliciranja vode, performansama sustava za navodnjavanje i reakcije usjeva na navodnjavanje (urod). Howell (2006.) uzima u obzir ekonomsku, ekološku i socijalnu stranu UN. Autor navodi da pored postizanja što većeg „outputa“ po jedinici utrošene vode (u agronomskom kao i inženjerskom pogledu) važno je umanjiti gubitke vode (procjedna voda) te na taj način utjecati na smanjenje onečišćenja okoliša i degradacije tala (ekološka strana) te vodu usmjeriti na druge potrošače (socijalni dio). UN sa stajališta biljne proizvodnje definirana je kao odnos uroda (kg) i utrošene količine vode (mm) ili odnos uroda (kg) i vrijednosti evapotranspiracije (Blümling i sur., 2011). Prema navedenom vidljivo je da UN u najužem smislu ne uzima u obzir ulogu navodnjavanja pa Howell (2003.) preporučuje termin učinkovitosti norme navodnjavanja (UNN) jer je prikladnija za poljoprivrednu proizvodnju. U daljnjem tekstu istražena je UN u pogledu reakcije usjeva na navodnjavanje odnosno postignutoga uroda ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), a predstavlja najčešće upotrebljavan parametar za izračun. Cilj rada je odrediti UN za pojedine tretmane navodnjavanja u vremenski različitim godinama u pogledu količine oborine.

### Materijal i metode

Podaci o urodu zrna, korišteni čimbenici, te primijenjene metode istraživanja prikazani su u prethodnim istraživanjima Josipović i sur., (2010.); Marković i sur., (2011.); Josipović i sur., (2012.); Marković i sur., (2012.). Za potrebe ovoga rada izdvojene su varijante navodnjavanja kako slijedi. a1 (kontrola); a2 = 60-100% poljskog vodnog kapaciteta (PVK) i a3 = 80-100% PVK. Praćeni su urodi zrna po različitim varijantama navodnjavanja sljedećih hibrida: b1 = OSSK 596; b2 = OSSK 602; b3 = OSSK 617; b4 = OSSK 552 Poljoprivrednog instituta iz Osijeka. Učinkovitost navodnjavanja određena je prema sljedećem izrazu (Takac i sur., 2008.):

$$UN = \frac{\text{urod N (kg)}}{\text{urod SR (kg)}} \times 100$$

gdje je urod N = urod zrna kukuruza na navodnjavanoj varijanti, a urod SR = urod zrna kukuruza u suhom ratarenju. Učinkovitost norme navodnjavanja (UNN) određena je prema sljedećem izrazu (Boss, 1979.):

$$UNN = \frac{\text{urod N (kg)} - \text{urod SR (kg)}}{NN (mm)}$$

Provedena je analiza varijance (ANOVA) te korelacijske veze između ispitivanih svojstava pomoću računalnog programa STATISTICA 7 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).

### Rezultati i rasprava

Učinkovitost navodnjavanja (UN) i učinkovitost norme navodnjavanja (UNN) po godini istraživanja prikazane su u Tablici 1. U prosjeku UN iznosila je 107 %, a UNN 6,8  $\text{kg ha}^{-1}/\text{mm}$  ( $N=48$ ). UN bila je u rasponu od 88,8 % do 126,6 %. UNN bila je u rasponu od 0,38 do 27,6  $\text{kg ha}^{-1}/\text{mm}$ . Analizom varijance godina kao čimbenik istraživanja nije pokazala značajan učinak na promatranu svojstva. Promatrano s aspekta godine, prvenstveno količine i rasporeda oborina (Grafikon 1.) veća UN (%) ostvarena je na varijantama navodnjavanja gdje je sadržaj vode u tlu održavan na razini 80-100 % PVK (a3). Navodnjavanje je značajno utjecalo ( $p<0,05$ ) na UN u 2008. god. te vrlo značajno ( $p<0,01$ ) u 2009. god. (Tablica 2.). Rezultati provedene analize ukazuju da je UNN različita po godinama istraživanja u pogledu količine oborine. U prosjeku po hibridima bolja

UNN ostvarena je na a2 varijanti navodnjavanja (6,66 kg ha<sup>-1</sup>/mm) u 2008. god. kada je manjak oborine u odnosu na višegodišnji prosjek bio 21,8 mm.

Tablica 1. Učinkovitost navodnjavanja (UN) i učinkovitost norme navodnjavanja (UNN) u promatranom razdoblju 2008.

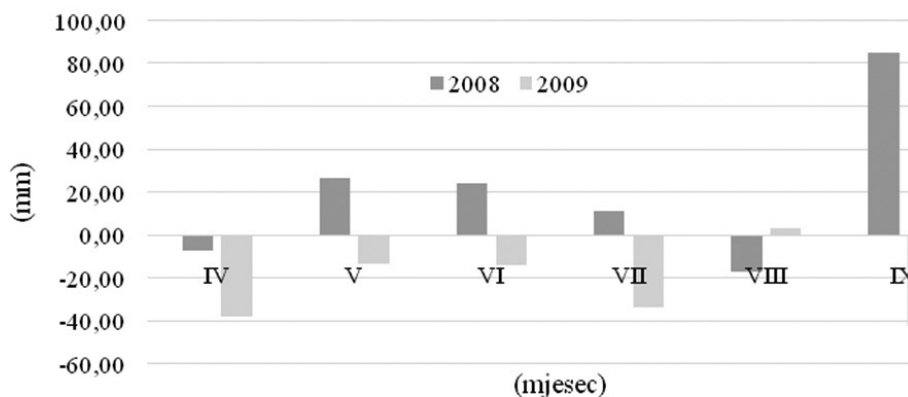
Varijanta navodnjavanja	a2					a3				
	b1	b2	b3	b4	Prosjeak	b1	b2	b3	b4	Prosjeak
<b>UN (%)</b>	102	98	99	118	104,3	106	111	113	112	110,5
<b>UNN (kg ha<sup>-1</sup>/mm)</b>	2,4	2,9	1,5	19,7	6,6	4,8	7,8	4,1	9,0	5,9

Varijanta navodnjavanja	a2					a3				
	b1	b2	b3	b4		b1	b2	b3	b4	
<b>UN (%)</b>	103	109	94	102	102	120	109	102	107	109,5
<b>UNN (kg ha<sup>-1</sup>/mm)</b>	2,8	8,2	6,3	2,0	4,8	10,4	4,9	1,2	4,1	5,1

UN = učinkovitost navodnjavanja; UNN = učinkovitost norme navodnjavanja; b1 = OSSK 596; b2 = OSSK 602; b3 = OSSK 617; b4 = OSSK 552

U sušnoj 2009. god manjak oborine u odnosu na višegodišnji prosjek bio je 105,9 mm pa je bolja UNN ostvarena na a3 varijanti navodnjavanja (5,3 kg ha<sup>-1</sup>/mm). Jednaki rezultati prikazani su u ranije objavljenim istraživanjima Marković i sur. (2012.<sup>b</sup>) i Marković (2013.).



Grafikon 1. Odstupanja u količini oborine tijekom vegetacija 2008. i 2009. god. u odnosu na višegodišnji prosjek (1961.-1990.)

Hibrid je značajno utjecao ( $p < 0,05$ ) na UN u 2008. god. te vrlo značajno  $p < 0,01$  u 2009. god. (Tablica 2.). Promatrano po hibridima najmanja UN na a2 i a3 varijanti navodnjavanja zabilježena je kod b2 hibrida (OSSK 602) u 2008. god., odnosno b3 hibrida (OSSK 617) u 2009. god. Hibrid je značajno ( $p < 0,05$ ) utjecao na UNN u obje godine istraživanja. Najmanja UNN zabilježena je kod b3 hibrida na obje varijante navodnjavanja u 2008. god. te na a3 varijanti u 2009. god. Najnižu UNN na a2 varijanti navodnjavanja zabilježena je kod b4 hibrida (OSSK 552). Rezultati provedene analize korelacijske veze prikazani su u Tablici 3. U 2008. god. utvrđena je srednje jaka korelacija pozitivnog smjera između UN i navodnjavanja ( $r = 0,47^*$ ), hibrida ( $r = 0,43^*$ ) i uroda ( $r = 0,45^*$ ) te potpuna korelacija između UN i UNN ( $r = 0,95^*$ ). U 2009. god. utvrđena je srednje jaka korelacijska veza pozitivnog smjera između UN i hibrida ( $r = 0,43^*$ ) te vrlo jaka korelacija pozitivnog smjera između UN i uroda ( $r = 0,86^*$ ).

Tablica 2. Rezultati analize varijance

Godina	2008.		2009.	
UN (%)	F	p	F	p
Navodnjavanje	6,16	0,024	16,20	0,00
Hibrid	3,75	0,033	10,19	0,00
Navodnjavanje x hibrid	n.s.	-	3,53	0,04
UNN (kg ha <sup>-1</sup> /mm)				
Navodnjavanje	n.s.	-	n.s.	-
Hibrid	4,30	0,02	3,04	0,04
Navodnjavanje x hibrid	n.s.	-	n.s.	-

UN = učinkovitost navodnjavanja; UNN = učinkovitost norme navodnjavanja

Utvrđena je srednje jaka korelacijska veza između UNN i hibrida ( $r = 0,41^*$ ) u 2008. god. i u 2009. god. ( $r = 0,43^*$ ). Vrlo jaka pozitivna korelacija utvrđena je između UN i hibrida ( $r = 0,83^*$ ) te potpuna korelacija pozitivnog smjera između UNN i UN ( $r = 0,97^*$ ). Sve korelacije su značajne na razini  $p < 0,05$ .

Tablica 3. Analiza korelacijske veze ( $p < 0,05$ ) u 2008. i 2009. god.

	Navodnjavanje	Hibrid	Urod	UN	UNN
Navodnjavanje	-	n.s.	0,43	n.s.	n.s.
Hibrid	n.s.	-	0,45	0,43	0,43
Urod	0,61	n.s.	-	0,86	0,83
UN	0,47	0,43	0,45	-	0,97
UNN	n.s.	0,41	n.s.	0,95	-

UN = učinkovitost navodnjavanja; UNN = učinkovitost norme navodnjavanja



## Zaključak

Prema rezultatima, godina kao čimbenik nema statistički značajan učinak na ispitivana svojstva. Učinkovitost navodnjavanja značajno ovisi ( $p < 0,05$ ) o varijantama navodnjavanja te o uzgajanom hibridu u 2008. god. odnosno vrlo značajno ( $p < 0,001$ ) u 2009. god. Učinkovitost norme navodnjavanja u obje godine je značajno ( $p < 0,05$ ) ovisio o hibridu. Veća učinkovitost navodnjavanja u obje godine je ostvarena na a3 varijanti navodnjavanja (80-100 % PVK) dok se učinkovitost norme navodnjavanja razlikuje po godini istraživanja. Veća učinkovitost norme navodnjavanja u sušnoj 2009. god. ostvarena je na a3 varijanti navodnjavanja (80-100 % PVK).

## Literatura

1. Boss, M. G. (1979): Standards for irrigation efficiencies of ICID. Journal of irrigation and drainage. ASCE 1979, 105, 37-43.
2. Blümling, B., Yang, H., Pahl-Wostl, C. (2011): Proposal for the integration of irrigation efficiency and agricultural water productivity. Options méditerranéennes. Series B, 57, 263-280.
3. Howell, T.A. (2003): Irrigation Efficiency. Encyclopedia of Water Science, 467-472.
4. Howell, T. A. (2006): Challenges in increasing water use efficiency in irrigated agriculture. In Intl. Symp. on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture, CD-ROM. Adana, Turkey: Cukurova University.
5. Josipović, M., Kovačević, V., Šoštarčić, J., Plavšić, H., Marković, M. (2012): Irrigation and nitrogen fertilization needs for maize in Osijek-Baranja County. Növénytermelés, 61 (2), 45-48.
6. Kovačević, V., Šoštarčić, J., Josipović, M., Iljkić, D., Marković, M. (2009<sup>a</sup>): Precipitation and temperature regime impacts on maize yields in Eastern Croatia. Journal of Agricultural Sciences (2066-1843), 41 (2009), 49-53.
7. Kovačević, V., Šoštarčić, J., Josipović, M., Marković, M., Iljkić, D. (2009<sup>b</sup>): Vremenske prilike 2005. i 2007. god. u istočnoj Hrvatskoj sa stajališta uzgoja kukuruza. Zbornik radova XX Naučno stručne konferencije poljoprivrede i prehrambene industrije Sarajevo, 171-178.
8. Kovacevic, V., Sostaric, J., Rastija, M., Iljkić, D., Markovic, M. (2010): Weather characteristics of 2009 with aspect of spring field crops growing in Pannonian region of Croatia. Agrar-es. Videkfejlesztési Szemle, 5(1), 76-81.
9. Krizmanić, G., Čupić, T., Šimić, B., Brkić, J., Jurković, J., Jukić, G., Marković, M. (2014): Utjecaj klimatskih uvjeta na stabilnost prinosa kukuruza. Zbornik radova 49. hrvatskog i 9. međunarodnog simpozija agronoma. 16.-21. veljače, 2014., Valamar Lacroma, Dubrovnik, 249-253.
10. Marković, M., Kovačević, V., Šoštarčić, J., Josipović, M., Iljkić, D. (2012<sup>a</sup>): Maize (*Zea mays* L.) production in climate change conditions. Tematski zbornik radova savjetovanja Melioracije 12. 26. siječnja 2012. god., Novi Sad, Republika Srbija, 128-135.
11. Marković, M., Péter, P., Sárvári, M., Kovačević, V., Šoštarčić, J., Josipović, M. (2012<sup>b</sup>): Irrigation Water Use efficiency in maize (*Zea mays* L.) produced with different irrigation intervals. Acta Agronomica Hungarica, 60 (1): 21-27.
12. Marković, M. (2013): Utjecaj navodnjavanja i gnojidbe dušikom na urod i kvalitetu zrna hibrida kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
13. Šoštarčić, J., Marković, M., Šimunović, 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.
14. Takac, J., Nejedlik, P., Siska, B. (2008): Irrigation water use efficiency. Adagio, Cecilia, Cost734 Workshop, Jois, AT, Oct. 6-8, 2008.

## Irrigation efficiency of maize (*Zea mays* L.) in different weather conditions

### Abstract

Quantifying of irrigation efficiency (IE) and irrigation water use efficiency (IWUE) is important for sustainable agriculture. In 2-years study (2008, 2009) higher IE was at a3 (80-100 % field capacity) irrigation treatments while IWUE was year dependent. Higher IWUE in average growing season (2008) was at a2 irrigation treatments while in dry growing season 2009 higher IWUE was at a3 irrigation treatments. Influence of hybrid (b1 = OSSK 596; b2 = OSSK 602; b3 = OSSK 617; b4 = OSSK 552) was significant ( $p < 0.05$ ) for IE (%) and IWUE ( $\text{kg ha}^{-1}/\text{mm}$ ) in both growing seasons. Impact of irrigation treatments was significant ( $p < 0.05$ ) in 2008 and very significant ( $p < 0.01$ ) in 2009.

**Key words:** irrigation, irrigation efficiency (IE), irrigation water use efficiency (IWUE), weather conditions

## Structure of weed community in soybean crop in Vukovar-Srijem County

Edita Štefanić<sup>1</sup>, Darko Dimić<sup>2</sup>, Ivan Štefanić<sup>1</sup>, Aleksandra Sudarić<sup>3</sup>, Sanda Rašić<sup>1</sup>,  
Ivan Gregić<sup>1</sup>, Vesna Kovačević<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University in Osijek, Kralja Petra Svačića 1 d, Osijek, Croatia, e-mail: estefanic@pfos.hr

<sup>2</sup>Student, Faculty of Agriculture, Kralja Petra Svačića 1 d, Osijek, Croatia

<sup>3</sup>Agricultural Institute Osijek, Južno predgrađe 17, Osijek, Croatia

<sup>4</sup>Polytechnic of Rijeka, Agricultural Division in Poreč, Ulica Karla Huguesa, Poreč, Croatia

### Abstract

Combinations of row spacings (25 cm, 50 cm and 70 cm) for weed control in soybean were evaluated in Vukovar-Srijem County during 2014 growing season. Weed community consist of 30 species typical for that region and *Asteraceae* (10 spp.) and *Poaceae* (3 spp.) were the most numerous families from dicotyledonous and monocotyledonous respectively. Annual species dominated (63 %) on study area.

Variations in diversity indices indicated minor, but not significant changes in species composition and population density between different row spacing over time.

Seasonal dynamic of aboveground weed biomass did not differ between row spacing over vegetation season. However, in all three row spacings (25, 50 and 70 cm) weed growth exponentially increased with the length of weeks after crop emergence. The variation of weed species composition were explained the first axis (65 % of the variation) and correspond to the differences between floristic composition in wide and narrow rows of soybean. The second axis (35 % of the variation) was associated with variant where soybean was sowing in 50 cm rows where highest species richness and evenness was observed.

**Key words:** weed community structure, soybean, competition, Vukovar-Srijem County, Multivariate analysis

### Introduction

Losses due to weeds have been one of the major limiting factors in soybean production (Reddy and Whiting, 2000). Weeds compete with soybeans for light, moisture, and nutrients, with early-season competition being the most critical (Knezevic et al., 2002.). Most of the yield reduction due to weed competition occurs during the first six weeks after planting; therefore, major emphasis on control should be given during this period (van Acker et al. 1993.). However, producing a good crop of soybeans is only half the battle and will not be profitable unless the soybeans can be harvested. Late-season weeds can result in inefficient equipment operation and excessive harvest losses.

Weeds can be controlled in soybeans; however, this requires good management practices in all phases of soybean production. Good soybean weed control involves utilizing all methods available and combining them in an integrated weed management system (Knezevic, 2014.).

The objectives of this research were (i) to evaluate differences in floristic composition between narrow and wide row soybean and (ii) to determine whether planting soybean in narrow rows can increase the effectiveness of reduced rate post-emergence herbicide programs.

## Materials and methods

The field experiment has been established at the family farm „Zeleno polje“ in Vukovar-Srijem County from 2014 and will be repeated in next three following vegetation seasons using „additive-removal“ model (Oliver and Buchanan, 1977.). Soybean cultivar IKA (Agricultural Institute Osijek) was grown in 2014 in a randomized complete block design with four replications. Three row spacing were tested, 25, 50 and 70 cm to examine their impact on soybean-weed competition. For that purpose, the natural weed populations were allowed to develop for different period of time, and throughout the experiment weeds were removed at 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 and 18 weeks after crop emerging. Weeds were cut at a ground level, separated by species, counted, dried and weight.

The density data for each species were used to calculate Shannon's diversity index ( $H'$ ) because it determines both richness and evenness (Derksen et al., 1993., Magurran, 1988.). Weed biomass data for each row spacing were regressed against the weeks after crop emergence to determine interference of weed biomass accumulation with time after crop emergence using SPSS for Windows 17.0. A multivariate analysis of relative community composition, using redundancy analysis (RDA) was performed with CANOCO for Windows 4.5 to determine whether different soybean row spacing (25, 50, 70 cm) affected weed community composition. The principle of this technique is to find linear combination of canonical variables that maximize difference among weed groups or treatments and minimize variance within groups (ter Braak and Smilauer, 1998.).

## Results and Discussion

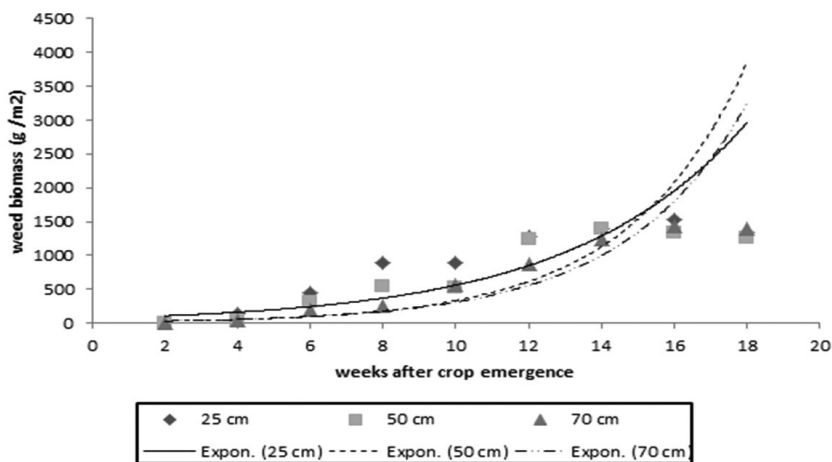
Weed species found in study area were typical for the region where the experiment was conducted (Vratarić and Sudarić, 2008.). A total of 30 weed species were recorded during the soybean growing season. The number of dicotyledonous species (27 spp.) was greater than that of monocotyledonous (3 spp.). *Asteraceae* (10 spp.) and *Poaceae* (3 spp.) were the most numerous families from dicotyledonous and monocotyledonous respectively. Annual species dominated (63 %) on study area.

Table 1. Weed species diversity (Shannon  $H'$ ) of weed community in soybean throughout the growing season

Weeks after crop emergence	Shannon $H'$ in different row spacing		
	25 cm	50 cm	70 cm
2 weeks	0,25	0,35	0,21
4 weeks	0,22	0,30	0,19
6 weeks	0,20	0,21	0,24
8 weeks	0,21	0,55	0,22
10 weeks	0,25	0,40	0,32
12 weeks	0,18	0,19	0,29
14 weeks	0,20	0,14	0,28
16 weeks	0,22	0,14	0,14
18 weeks	0,22	0,15	0,17
Aver. throughout the season	0,22	0,27	0,23

Variations in diversity indices indicated minor, but not significant changes in species composition and population density between different row spacing over vegetation season (Table 1.). Weed species diversity in soybean under different row spacing appeared to be random rather than directional. However, the short duration of this study makes it difficult to substantiate this hypothesis.

Seasonal dynamic of aboveground weed biomass (Graph 1.) did not significantly differ between row spacing over time. However, in all three investigated row spacing (25, 50 and 70 cm) weed growth exponentially increased with the length of weeks after crop emergence. Dalley et al. (2004.) reported that row spacing not only affects a crop's ability to compete with weeds but can change the critical period for weed removal. Our results show that strong weed competition affects soybeans early in the season (around 6 weeks after crop emergence). After that period weed biomass significantly increase, confirming the investigations of van Acker et al. (1993.).

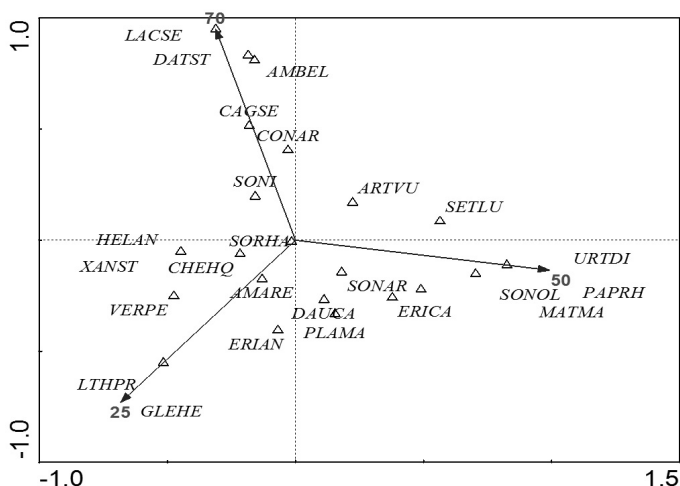


Graph 1. Seasonal dynamics of weed biomass ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) during the soybean growing period.

Fitted models: (25 cm rows)  $y = 69,534e^{0,417x}$ ,  $R^2 = 0,7226$ ; (50 cm rows)  $y = 15,633e^{0,3058x}$ ,  $R^2 = 0,7283$ ; (70 cm rows)  $y = 16,221e^{0,2944x}$ ,  $R^2 = 0,8612$

The variation of weed species composition across the whole data set was detected using RDA (Graph 2.). The first axis explained 65 % of the variation and correspond to the differences between floristic composition in wide and narrow rows of soybean. The species associated with narrow (25 cm) rows were: *Lathyrus pratensis* L., *Glechoma hederacea* L. and *Veronica persica* Poir. Those associated with wide (70 cm) rows were: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Lactuca serriola* L. and *Datura stramonium* L.

The second axis explained remained 35 % of total variation and was associated with variant where soybean was sowing in 50 cm rows. It could be explained with highest species richness and evenness of this treatment compared to other two. Average Shannon  $H'$  throughout the season (Table 1.) as well as the highest  $H'$  in 8<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> week after crop emergence were associated with following weed species: *Urtica dioica* L., *Papaver rhoeas* L., *Matricharia chamomilla* L., *Sonchus oleraceus* L., *Setaria glauca* (L.) PB. *Conyza canadensis* (L.) Cronquist.



Graph 2. Results of canonical correspondence analysis (RDA) investigating the impact of row spacing on weed community in soybean. Axis 1: Eigenvalue = 0,262; Axis 2: Eigenvalue = 0,342. Species code refer to Bayer codes (Bayer, 1992).

## Conclusion

Weed community in soybean 2014 growing season consist of 30 species typical for investigated area. *Asteraceae* (10 spp.) and *Poaceae* (3 spp.) were the most numerous families from dicotyledonous and monocotyledonous respectively. Annual species dominated (63 %) on study area. Minor, but not significant changes in species composition and population density occur during the study period. However, in all three row spacings (25, 50 and 70 cm) weed growth exponentially increased with the length of weeks after crop emergence. The variations of weed species composition correspond to the differences between floristic composition in wide and narrow rows of soybean (axis 1) and species richness and evenness (axis 2).

## Literature

1. van Acker, R. C., Swanton, C. J., Weise, S. F. (1993): The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Weed Sci.* 41, 194-200.
2. Bayer, (1992): In: Bayer, A. G. (Ed.) Important crops of the world and their weeds. 2nd ed. Leverkusen.
3. Braak ter C. J., Smilauer, P. (1998): CANOCO reference manual and User's guide to CANOCO for Windows Software for Canonical Community Ordination (version 4) Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA.
4. Dalley, C. D., Kells, J. J., Renner, K. A. (2004): Effect of glyphosate application timing and row spacing on weed growth in corn (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*). *Weed Technology* 18, 177-182.
5. Derksen, D. A., Lafond, G. P., Thomas, A. G., Loepky, H. A., Swanton, C. J. (1993): Impact of agronomic practices on weed communities: tillage system. *Weed Sci.* 41,409-417.
6. Knezevic, S. Z., Ewans, S. P., Mainz, M. (2003): Row spacing influences the critical timing for weed removal in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, 17 (4), 666-673.
7. Knezevic, S. Z. (2014): Integrated weed management in soybean. IN: Recent advances in weed management, pp. 223 – 237, Springer, New York.

8. Magurran, A. E. (1988): Ecological diversity and measurement. Princeton University Press, Princeton, NY, USA.
9. Oliver, L. R., Buchnan (1977): Weed competition and economic thresholds. In: Camper, N. D. (Ed.) Research methods in weed science. Southern Weed Science Society of America, 72-97.
10. Reddy, K., Whiting, K. (2000): Weed control and economic comparisons of glyphosate-resistant, sulfonylurea-tolerant, and conventional soybean (*Glycine max*) systems. Weed Technology, 14, 204-2011.
11. Vratarić, M., Sudarić, A. (2008): Soja (*Glycine max* (L.) Merr.). Poljoprivredni institut Osijek, IBL, Osijek.

## Struktura korovne zajednice u soji na području Vukovarsko-srijemske županije

### Sažetak

U poljskom pokusu na području Vukovarsko-srijemske županije istraživano je utjecaj različitog razmaka sjetve (25, 50 i 70 cm) na zakorovljenost soje tijekom 2014. godine. Korovna zajednica u soji sadržavala je 30 vrsta, tipičnih za istraživano područje, a među njima najbrojnije su bile porodice *Asteraceae* (10 vrsta) i *Poaceae* (3 vrste). U korovnoj zajednici dominirali su jednogodišnji korovi (63%).

Indeks raznolikosti korovne zajednice soje nije upućivao na značajne razlike u florističkom sastavu tijekom trajanja pokusa između različitog razmaka sjetve. Sezonska dinamika nadzemne biomase korova nije imala statistički opravdane razlike kroz trajanje vegetacijske sezone među istraživanim različitim razmacima sjetve. Međutim, kod sva tri razmaka sjetve (20, 50 i 70 cm) razvoj nadzemne mase se eksponencijalno povećavao kako su se odmicali tjedni od nicanja usjeva. Razlike u strukturi korovne zajednice sastava (os 1 sa 65% varijacija) uočljive su između soje sijane na razmak od 25 cm u odnosu na 70 cm. Daljnjih 35% varijacija objašnjava os 2 koja izdvaja varijantu s 50 cm razmaka sjetve zbog najviših vrijednosti Shanon-ovog indeksa raznolikosti ( $H'$ ).

**Ključne riječi:** struktura korovne zajednice, soja, kompeticija, Vukovarsko-srijemska županija, multivarijantna analiza.

## Determination of the critical period for weed control in soybean crop (*Glycine max* (L.) Merr.)

Edita Štefanić, Ivan Gregić, Ivan Štefanić, Sanda Rašić, Stjepan Pančić

*Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University in Osijek, Kralja Petra Svacica 1d, Osijek, Croatia, e-mail: estefanic@pfos.hr*

### Abstract

Critical period for weed control (CPWC) is one of the key components of proper integrated weed management. Field study was conducted in Osijek-Baranja county, township Darda during 2013 to determine critical period for weed control in soybean. In experiment arranged as additive-removal, weed-crop interactions in twelve weed removal treatments throughout the growing season were evaluated. Duration of weed-crop competition affected development of weed biomass and only later emerging weeds (after 8 weeks of crop emergence) has little effect on soybean yield. Critical period for weed-crop competition was between 2 and 8 weeks after crop emergence. Weed competition for entire growing season reduced soybean yield by 83 %.

**Keywords:** critical period for weed control, soybean, weed biomass, yield reduction

### Introduction

Soybean is one of the most important oil crops in agricultural production in the Republic of Croatia. Average soybean seeds production (from 2010. to 2013.) with yield 2.34 tons per hectare represents 49.23 % of total production all oil seed crops in Croatia. In between 2010-2013. of all harvested areas under oil crops, soybean crop take part of 52.93 % (FAOSTAT, 2014.).

Weeds can be a serious problem in soybean production, but they can be controlled with proper use of mechanical and chemical tools. Natural weed populations in most fields are high enough to cause devastating yield losses if left uncontrolled (Shafagh-Kolvanagh et al., 2008). Therefore, weed management is considered to be the most yield-limiting crop pest by growers when compared to diseases, insects and nematodes (Gibson et al., 2005. according to Owen et al., 2010.).

Yield reductions are directly proportional to weed population in the rows and for every crop there is a period of time during which weeds must be kept below a certain competitive level in order to obtain maximum crop production. This critical period for weed control (CPWC) is a concept used in studies for over 45 years (Zimdahl, 1988., Swanton et al., 2000., Knezevic et al., 2002., Green-Tracewicz et al., 2012.). Therefore, for the most part, weed control measures should not be implemented unless the increased yield or improved quality obtained more than offsets the cost of control.

Studies of the CPWC are important for making weed management decisions because they implement optimum time for maintaining weed population and reduce cost of weed control practices (Hall et al., 1992.).



## Materials and methods

The field experiment was carried out in 2013. in Osijek-Baranja county, township Darda, on a land parcel sized 0.64 ha, ARKOD ID 2265410. Soybean cultivar IKA (Agricultural Institute Osijek) was sown on 7<sup>th</sup> May 2013. in a 70 cm row spacing with sowing rate of 600,000 seeds per hectare.

The experiment was arranged as a randomized complete block design with additive-removal technique (Oliver and Buchanan, 1986.). With this method, weeds emerge simultaneously with crop and are removed at various times during the growing season. Twelve weed removal treatments were evaluated within experiment together with control plots. Main plots measure 2,1 m by 2 m and weed removal within and between soybean rows was carried out by cultivation and hand weeding.

Naturally occurring weed populations were recorded at the end of soybean growing season after the effect of weed-crop competition had become evident. Weeds from entire plot were cut at the ground level and oven dried at 80°C for 4 d and weighed.

Harvest was carried out 4<sup>th</sup> October, when the crop reaches maturity. Seed yield was adjusted to 7 % moisture and yield from each plot was expressed as g per plot. Weed biomass data and crop yield data (in weedy and weed-free plots) were regressed against the weeks after crop emergence to determine weed-crop competition with time after crop emergence using SPSS for Windows 17,0.

## Results and discussion

Natural weed community occurred on investigated location and comprised of grass and dicot weed species of varied perennation which were typical weed flora in cultivated fields of that region. Composition of weed community was rather poor and the ranked order of species relative abundance is shown on Table 1. The predominant weed species were *Sorghum halepense*, *Chenopodium album* and *Ambrosia artemisiifolia* while others were of minor importance.

Table 1. Life cycle and relative abundance rank of weed community in soybean

Scientific name	Life cycle*	Mean relative cover**
<i>Sorghum halepense</i> L.	PG	62,5
<i>Chenopodium album</i> L.	AD	37,5
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	AD	2,5
<i>Setaria viridis</i> L.	AD	0,1
<i>Equisetum arvense</i> L.	PC	0,1
<i>Solanum nigrum</i> L.	AD	0,1
<i>Datura stramonium</i> L.	AD	0,1
<i>Oxalis fontana</i> Bunge	AD	0,1
<i>Polygonum persicaria</i> L.	AD	0,1
<i>Daucus carota</i> L.	PD	0,1
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	AD	0,1
<i>Brassica napus</i> L.	AD	0,1

\*Life cycle groupings based on simplest perennation. AG=annual graminoid, PG = perennial graminoid, AD= annual dicot; PD = perennial dicot; PC = perennial cryptogam

\*\*according to Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974

The effect on varying weed-crop competition duration period on weed biomass describes Figure 1. Weeds that emerged with or shortly after the crop represents the maximum weed-infested period and significantly reduced soybean yield. Weeds that appears later in the season, after 8 weeks of crop emergence, did not succeed to develop competitive aboveground biomass and therefore, did not affect crop yield.

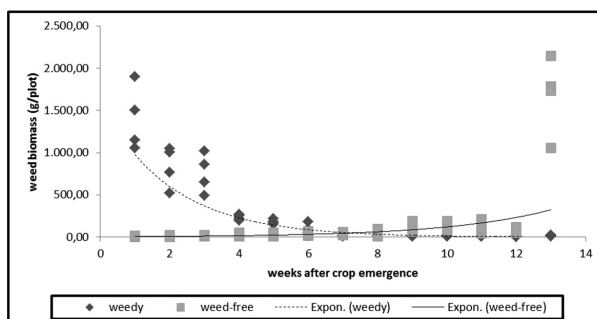


Figure 1. Weed biomass as a function of period of competition. Fitted models: (weedy)  $y = 4,2999e^{0,3323x}$ , (weed-free)  $y = 1578,6e^{-0,485x}$

Duration of critical period of weed control in soybean crop in this study was between 2 and 8 weeks after crop emergence (Figure 2.). Similar results were obtained by other researchers, but with different duration in other agroecological conditions (Keramati et al., 2008., Mohammadi and Amiri, 2011., El-Gizawy et al., 2012., Mirshekari and Siyami, 2013.).

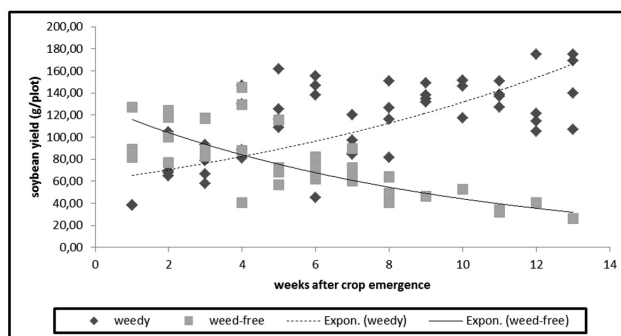


Figure 2. Critical weed-free period in soybean. Fitted models: (weedy)  $y = 60,303e^{0,0781x}$ , (weed-free)  $y = 129,04e^{-0,108x}$

Some research indicates that the CPWC in soybean is between V1 and V3 stages of soybean growth which is 9 and 19 days after emergence, respectively (Swanton et al., 2000., Green-Tracewicz et al., 2012.).

Beginning of the CPWC can also be affected by environmental conditions and weed densities (Hall et al., 1992.). Some management practices in crop can affect critical period for weed control. Time of planting, or emergence of crop, can have very big influence on crop-weed competition. Weeds are usually very competitive when they emerge before or along the crop

(Mirshekari and Siyami, 2013.). Research of Mohammadi and Amiri (2011.) revealed that the starter fertilizer application slightly delayed the end of the CPWC by 5 days, but this condition shortened the CPWC by 12 days because of the later beginning of the CPWC by 17 days. Similar results indicated research of Shafagh-Kolvanagh et al. (2008.) where using N fertilizer increases soybean tolerance to the presence of weeds which manifested in delayed beginning of the CPWC.

Maximum yield losses of soybean are usually due to weed competition the whole growing season. Our study showed that weed competition or weed interference for the whole growing season resulted in 83 % yield loss of soybean seeds compared with full season weed free conditions. Both, El- Gizawy et al. (2012.) and Mohammadi and Amiri (2011.), in two different studies, concluded that weed interference resulted in 36 % yield loss compared with weed free conditions for the whole season. Mirshekari and Siyami (2013.) and Carson (1979.) report significant reduction in soybean yield due to high weed interference of 50 % and 53 %, respectively.

## Conclusion

Soybean weed community recorded at the end of growing season dominated with typical row-crops weeds *Sorghum halepense*, *Chenopodium album* and *Ambrosia artemisiifolia*, while others were of minor importance. Duration of weed-crop competition affected development of weed biomass. Later emerging weeds (after 8 weeks of crop emergence) has little effect on soybean yield. Critical period for weed-crop competition is between 2 and 8 weeks after crop emergence. Weed competition for entire growing season reduced soybean yield by 83 %.

## Literature

1. Carson, A. G. (1979): Weed competition and control in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) in northern Ghana. Ghana Journal of Agricultural Science, 12: 65-70.
2. El-Gizawy, N. Kh. B., Fadlallah, A. M., Hassanein, A. M., Soliman, I. E. (2012): Estimation of the critical period for weed control in soybean (*Glycine max* L) as influenced by plant density. Journal of Plant Production, 3 (9): 2375-2394.
3. Green-Tracewicz, E., Page, E. R., Swanton, C. J. (2011): Shade Avoidance in Soybean Reduces Branching and Increases Plant-to-Plant Variability in Biomass and Yield per Plant. Weed Science, 59: 43-49.
4. Green-Tracewicz, E., Page, E. R., Swanton, C. J. (2012): Light Quality and the Critical Period for Weed Control in Soybean. Weed Science, 60: 86-91.
5. Hall, M. R., Swanton, C. J., Anderson, G. W. (1992): The Critical Period of Weed Control in Grain Corn (*Zea mays*). Weed Science, 40: 441-447.
6. Internet source: faostat.fao.org: <http://faostat3.fao.org/home/E> (accessed 24.2.2015.)
7. Keramati, S., Pirdashti, H., Esmaili, M.A., Abbasian, A., Habibi, M. (2008): The Critical Period of Weed Control in Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in North of Iran Conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11 (3): 463-467.
8. Knezevic, S. Z., Evans, S. P., Blankenship, E. E., Van Acker, R. C., Lindquist, J. L. (2002): Critical period for weed control: the concept and data analysis. Weed Science, 50: 773-786.
9. Mirshekari, B., Siyami, R. (2013): Determination of the best weeds control period in soybean (*Glycine max*) new released hybrid: *Williams*. International Journal of Biosciences, 3 (6): 45-48.
10. Mohammadi, G. R., Amiri, F. (2011): Critical period of weed control in soybean (*Glycine max*) as influenced by starter fertilizer. Australian Journal of Crop Science, 5 (11): 1350-1355.
11. Mueller-Dombois, D., Ellenberg, H. (1974): Aims and methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, Inc.

12. Oliver, L. R., Buchanan, G. A. (1986): Weed competition and economic thresholds. In: Camper N.D. (Ed.) Research methods in weed science. Southern Weed Science Society of America, 72-97.
13. Owen, M. D. K., Pedersen, P., De Bruin, J. L., Stuart, J., Lux, J., Franzenburg, D., Grossnickle, D. (2010): Comparison of Genetically Modified and Non-Genetically Modified Soybean Cultivars and Weed Management Systems. *Crop Science*, 50: 2597-2604.
14. Shafagh-Kolvanagh, J., Zehtab-Salmasi, S., Javanshir, A., Moghaddan, M., Mohammady Nasab, A. D. (2008): Effects of nitrogen and duration of weed interference on grain yield and SPAD (chlorophyll) value of soybean (*Glycine max* (L) Merrill.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6 (3-4): 368-373.
15. Swanton, C. J., Shrestha, A., Chandler, K., Deen, W. (2000): An Economic Assessment of Weed Control Strategies in No-Till Glyphosate-Resistant Soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, 14: 755-763.
16. Zimdahl, R. L. (1988): The concept and application of the critical weed-free period. *Weed Management in Agroecosystems*. Altieri, M. A., Liebman, M. (ed). Ecological Approaches. Boca Raton, FL, USA. CRC Press. 145-155.

## Određivanje kritičnog razdoblja zakorovljenosti u usjevu soje (*Glycine max* (L.) Merr.)

### Sažetak

Kritično razdoblje za suzbijanje korova (CWPC) je jedan od ključnih čimbenika u integriranom suzbijanju korova. Poljski pokus je postavljen na području Osječko-baranjske županije, naselju Darda, tijekom 2013 godine s ciljem utvrđivanja kritičnog razdoblja zakorovljenosti u soji. U pokusu je analizirana interakcija usjeva i korova kroz dvanaest tretmana s različitom dužinom zakorovljenosti. Trajanje kompeticije korov-usjev utjecalo je na razvoj nadzemne biomase korova, ali samo kod tretmana na kojima je dozvoljeno kasno nicanje korova (nakon 8 tjedana od nicanja usjeva) nije bilo utjecaja na gubitak prinosa soje. Kritično razdoblje kompeticije korov-usjev trajao je između 2 i 8 tjedana od nicanja usjeva. Zakorovljeni usjev soje tijekom cijele vegetacijske sezone rezultirao smanjenjem prinosa za 83 %.

**Ključne riječi:** kritično razdoblje za suzbijanje korova, soja, biomasa korova, gubitak prinosa

## Prinos i agronomska svojstva kukuruza u ovisnosti o gnojidbi i agroekološkim uvjetima 2010. godine

Dario Iljkić<sup>1</sup>, Mirta Rastija<sup>1</sup>, Vlado Kovačević<sup>1</sup>, Monika Marković<sup>1</sup>, Ivan Jemrić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska, e-mail: diljkic@pfos.hr

<sup>2</sup>Student, Poljoprivredni fakultet u Osijeku

### Sažetak

Prinos i komponente prinosa kukuruza su pod velikim utjecajem agroekoloških uvjeta, genotipa i njihove interakcije, kao i agrotehničkih uvjeta. Cilj rada je bio utvrditi reakciju hibrida kukuruza na mineralnu gnojidbu u proizvodnim uvjetima 2010. godine na području istočne Hrvatske. Pokus je postavljen na tlu siromašnom raspoloživim fosforom i kalijem. Ispitivana su tri hibrida FAO skupine 400 na dvije varijante gnojidbe: G1 (124 kg ha<sup>-1</sup> N, 90 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 135 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O) i G2 (179 kg ha<sup>-1</sup> N, 120 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 180 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O). Iako je 2010. godina bila iznad prosječno vlažna, sa stajališta uzgoja kukuruza možemo je okarakterizirati kao relativno povoljnu zbog dobre opskrbljenosti vodom tijekom vegetacije kukuruza. Utjecaj gnojidbenih varijanti i hibrida na prinos zrna je bio neznatno, a naglašenija gnojidba značajno je utjecala samo na masu 1000 zrna, dok je učinak hibrida bio značajan za masu 1000 zrna, sklop i dužinu klipa.

**Ključne riječi:** kukuruz, prinos, mineralna gnojidba, agroekološki uvjeti

### Uvod

Kukuruz (*Zea mays* L.) je jedan od najraširenijih usjeva na svjetskim oranicama zbog široke upotrebe u hranidbi stoke, prehrani ljudske populacije i industrijskoj preradi (FAOSTAT, 2014.). U razdoblju od 2009. do 2013. godine u Republici Hrvatskoj se prosječno uzgajao na oko 300 000 ha uz prosječan prinos 6,2 t ha<sup>-1</sup> i proizvodnju od 1 831 000 t (Državni zavod za statistiku, 2014.). Iako je kukuruz izuzetno visokog genetskog potencijala, na konačan prinos utječe niz abiotičkih i biotičkih čimbenika. Nedovoljne količine oborina u kombinaciji s visokim temperaturama zraka često su glavni ograničavajući čimbenici rasta i razvoja kukuruza (Josipović i sur., 2005.; Kovačević i sur., 2014.; Rastija i sur., 2012.; Shaw, 1977.). S druge strane, i višak vode može naročito štetno utjecati na usjev kukuruza u početnim fazama rasta pri čemu je otežano nicanje i rani razvoj kukuruza. Također, za postizanje visokih prinosa kukuruz zahtijeva odgovarajuću plodnost tla koja je vrlo često narušena nedostatkom ili suviškom, odnosno nepristupačnošću pojedinih mineralnih elemenata. Stoga se intenzivna poljoprivredna proizvodnja ne može zamisliti bez upotrebe mineralnih gnojiva. Gnojidba povećava raspoloživost hraniva i sukladno tome i prinos, ako je biljka bila nedovoljno opskrbljena hranivima (Lončarić i Karalić, 2015.). Kovačević i sur. (2009.) navode kako mineralna gnojidba različito utječe na povećanje prinosa. Prema autorima, kukuruz je pozitivno reagirao na gnojidbu povećanjem prinosa za 10 %, ozima pšenica za 17 % i ječam za 19 % pri čemu naglašavaju i važnost godine kao faktora uzgoja. Prinos je glavno agro-

nomsko svojstvo na koje, osim nasljednih, utječe i niz okolinskih uvjeta, a vrlo bitnu ulogu imaju i komponente prinosa poput broja biljaka po jedinici površine, mase 1000 zrna, broja zrna na klip, dužine klipa i slično koje u većoj ili manjoj mjeri utječu na visinu prinosa. Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi reakciju hibrida kukuruza na mineralnu gnojidbu te učinak agroekoloških uvjeta u 2010. godini na području istočne Hrvatske na prinos zrna i neke komponente prinosa.

## Materijal i metode

Dvofaktorijski poljski pokus je postavljen tijekom 2010. godine u Šiškovcima (Vukovarsko-srijemska županija) na tlu slabo kisele reakcije (pH u KCl-u 5,69) i vrlo niske opskrbljenosti fosforom i kalijem ( $5,0 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \text{ } 100 \text{ g}^{-1}$  tla i  $10,7 \text{ mg K}_2\text{O } 100 \text{ g}^{-1}$  tla). Izmjenjiva kiselost je određena elektrokemijskim mjerenjem u suspenziji tla s otopinom 1M KCl-a (ISO 10390, 1994.), a sadržaj lakopristupačnog fosfora i kalija u tlu određen je AL metodom po Egnér, Riehm i Domingu (Egner i sur., 1960.). Faktor A je gnojidba zastupljena s dvije razine mineralnih gnojiva, a faktor B su bili hibridi kukuruza različitih proizvođača sjemena iz FAO skupine 400, odnosno Pajdaš (H1), OS 430 (H2) i PR37M34 (H3). U prvoj gnojidbenoj varijanti (G1) je unijeto u tlo  $124 \text{ kg ha}^{-1}$  N,  $90 \text{ kg ha}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$  i  $135 \text{ kg ha}^{-1}$   $\text{K}_2\text{O}$ , dok je u drugom (G2) dodana veća količina hraniva, odnosno  $179 \text{ kg ha}^{-1}$  N,  $120 \text{ kg ha}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$  i  $180 \text{ kg ha}^{-1}$   $\text{K}_2\text{O}$ . Pokus je postavljen po slučajnom rasporedu u četiri ponavljanja, a veličina cijelog pokusa je iznosila  $672 \text{ m}^2$  pri čemu se osnovna parcelica sastojala od četiri reda kukuruza dužine 10 m. Sjetva je obavljena 5. travnja 2010. godine na dubinu 5 cm i s razmakom u redu 19 cm. Tijekom provođenja pokusa provedena je uobičajena agrotehnika za kukuruza. Berba kukuruza je obavljena ručno sredinom studenoga 2010. godine pri čemu su sa svake parcelice obrana dva srednja reda kukuruza, a masa klipa i zrna određene su digitalnom električnom vagom. Također, tijekom berbe utvrđen je broj biljaka za određivanje realizacije sklopa i broj klipova po parceli nakon čega su uzeti prosječni uzorci od 3 klipa kukuruza sa svake parcele za određivanje vlažnosti zrna, udjela oklaska i ostala mjerenja. Vлага zrna u berbi je izmjerena digitalnim vlagomjerom, a prinos zrna po hektaru je izražen na bazi realiziranog sklopa u  $\text{t ha}^{-1}$  s 14 % vode. Statistička obrada podataka o istraženim svojstvima je provedena analizom varijance uz korištenje F testa i t-testa. Značajnost razlika između prosječnih vrijednosti ispitivanih faktora i tretmana je ocjenjena LSD-om. U radu su korišteni podatci Državnog hidrometeorološkog zavoda s meteorološke postaje Gradište kod Županje (količina oborine i srednje temperature zraka) za vegetacijsko razdoblje kukuruza i višegodišnje prosječne vrijednosti za razdoblje 1971. - 1990. godine.

## Rezultati i rasprava

Na meteorološkoj postaji Gradište tijekom vegetacijskog razdoblja je palo ukupno 639 mm oborina, odnosno 186 mm više od višegodišnjeg prosjeka, pri čemu su najkišoviti bili svibanj i naročito lipanj. Samo u prvoj dekadi lipnja je količina oborine bila veća od višegodišnjeg prosjeka cijelog mjeseca (Tablica 1.). Prosječna srednja dnevna temperatura zraka je bila neznatno viša u usporedbi s dvadesetogodišnjim prosjekom. Iako su iznadprosječne količine oborina na nekim područjima u Hrvatskoj imale negativne posljedice, 2010. godinu općenito ipak možemo okarakterizirati kao povoljnu sa stajališta uzgoja kukuruza, naročito zbog dobrog rasporeda u srpnju i kolovozu. Premda je u nekim županijama 2010. godine proglašena elementarna nepogoda zbog poplava, prosječan prinos kukuruza u Hrvatskoj te godine je iznosio  $7,0 \text{ t ha}^{-1}$  (DZS, 2014.).

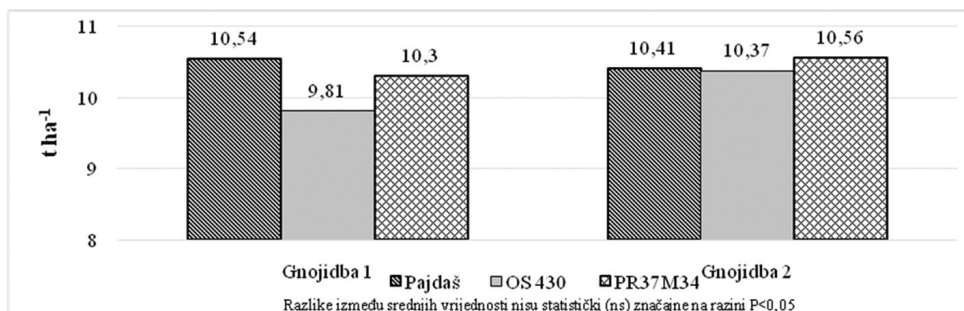
Prinos kukuruza ovisi o genotipu i agroekološkim uvjetima, odnosno njihovoj interakciji. Povećanje genetskog potencijala prinosa novijih hibrida kukuruza rezultat je bolje adaptabilnosti i tolerantnosti na stresne uvjete okoline (Tollenaar i Wu, 1999.) Prosječan prinos u provedenom

istraživanju je iznosio 10,33 t ha<sup>-1</sup> uz manja variranja, naročito između hibrida. Međutim, analiza varijance nije pokazala statistički opravdane razlike niti između gnojidbenih tretmana niti između hibrida (Grafikon 1.). Butorac i sur. (2004.) navode kako su razlike u prinosu kukuruza između gnojidbenih varijanata samo relativne i da ovisе o sadržaju pristupačnog fosfora i kalija u tlu.

Tablica 1. Ukupne, prosječne i dekadne vrijednosti količine oborina i srednjih dnevnih temperatura zraka 2010. godine i višegodišnji prosjek (1971.-1990.) na meteorološkoj postaji Gradište (Županja)

Mjesec/ dekade	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Suma
	Oborine (mm)							
I.	8	7	105	29	48	20	5	
II.	42	43	13	27	6	44	34	
III.	2	49	77	15	26	20	20	
Ukupno	52	99	195	71	80	84	59	639
1971.-1990.	53	66	81	72	66	56	59	453
	Srednje temperature zraka (°C)							Prosjeck
I.	10,9	18,7	19,1	22,3	22,0	16,4	11,0	
II.	11,3	13,3	24,1	26,4	23,6	16,7	9,7	
III.	15,6	18,9	18,2	21,3	20,4	14,6	7,6	
Prosjeck	12,6	17,0	20,5	23,2	22,0	15,9	9,4	17,2
1971.-1990.	11,5	16,7	19,6	21,2	20,7	16,6	11,3	16,8

Prosječan prinos na prvoj varijanti iznosio je 10,22 t ha<sup>-1</sup>, a na drugoj, uz veću količinu primijenjenih hraniva, bio je tek neznatno viši (10,45 t ha<sup>-1</sup>). Na G1 varijanti uočeno je nešto veće variranje te je hibrid Pajdaš ostvario najveći prosječan prinos od 10,54 t ha<sup>-1</sup>, dok je OS 430 postigao prinos od 9,81 t ha<sup>-1</sup>. Na drugoj varijanti sva tri hibrida su ostvarila vrlo sličan prosječan prinos zrna kukuruza.



Grafikon 1. Prinos zrna (t ha<sup>-1</sup>) tri hibrida kukuruza na dvije razine gnojidbe

U pogledu drugih ispitivanih parametara prinosa, jedino je za masu 1000 zrna utvrđen statistički opravdan učinak gnojidbe, dok je učinak hibrida, osim za masu 1000 zrna, bio signifikantan i za sklop te za dužinu klipa. U prosjeku, na G1 varijanti je utvrđena značajno manja masa 1000 zrna, 416 g, u usporedbi s G2 varijantom na kojoj je iznosila 436 g (Tablica 2.). Hibridi Pajdaš i PR37M34 su ostvarili veću, a OS 430 manju masu 1000 zrna te se najniži prinos ovog hibrida (Grafikon 1.) može povezati s ovom komponentom prinosa. Vukobratović i sur. (2010.) su utvrdili da gnojidba i vremenske prilike utječu na povećanje pojedinih komponenti prinosa te tako

i na povećanje prinosa. Zadovoljavajući prinos nemoguće je postići bez optimalnog sklopa. Sva tri hibrida u pokusu pripadaju FAO skupini 400 te su posijana na isti teoretski sklop, međutim na obje varijante je hibrid Pajdaš imao značajno niži sklop u usporedbi s preostala dva hibrida u istraživanju. OS 430 je imao najveći sklop, ali na istoj razini značajnosti kao i PR37M34 (Tablica 2.). Varga i sur. (2000.) ističu kako su u rjeđem sklopu veće vrijednosti komponenata prinosa (masa 1000 zrna, broj zrna u redu i broj zrna po klipu).

Tablica 2. Masa 1000 zrna (g) i ostvareni sklop (biljaka/ha) tri hibrida kukuruza na dvije gnojdbene varijante (G1, G2)

Hibrid	Masa 1000 zrna			Sklop		
	G1	G2	Prosjeak	G1	G2	Prosjeak
Pajdaš	445	446	446 a	53 750	53 571	53 661 b
Os 430	382	385	384 b	61 786	61 250	61 518 a
PR37M34	420	478	449 a	60 179	57 679	58 929 a
<b>Prosjeak</b>	416 b	436 a	426	58 572 ns	57 500 ns	58 036

Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu signifikantno različite na razini  $P < 0,05$

Prosječna dužina klipa u istraživanju je iznosila 20,3 cm, a signifikantno većom vrijednosti se istakao hibrid Pajdaš koji je na obje varijante imao prosječnu dužinu klipa 21,0 cm, dok su preostala dva hibrida imala jednaku i značajno manju dužinu klipa (Tablica 3.). Rezultati su pokazali da je ovo svojstvo uvjetovano genotipom, iako u određenoj mjeri na dužinu klipa mogu utjecati i uvjeti proizvodnje. Prosječan broj redova zrna na klipu je iznosio 14,2. Najveći broj redova je utvrđen kod hibrida OS 430 dok su PR37M34 i Pajdaš imali gotovo jednake srednje vrijednosti.

Tablica 3. Dužina klipa (cm) i broj redova zrna tri hibrida kukuruza na dvije gnojdbene varijante (G1, G2)

Hibrid	Dužina klipa			Broj redova zrna		
	G1	G2	Prosjeak	G1	G2	Prosjeak
Pajdaš	21,0	21,0	21,0 a	14,2	13,7	13,9 ns
Os 430	19,8	20,0	19,9 b	14,7	15,2	14,9 ns
PR37M34	19,8	20,0	19,9 b	13,7	13,7	13,7 ns
<b>Prosjeak</b>	20,2 ns	20,3 ns	20,3	14,2 ns	14,2 ns	14,2 ns

Srednje vrijednosti označene istim slovom nisu signifikantno različite na razini  $P < 0,05$

## Zaključak

U provedenom pokusu sva tri hibrida su se pokazala visokorodnima te su ostvarili relativno visoke prinose zrna, premda je izostao statistički opravdan učinak mineralne gnojdbene. S obzirom da su vremenske prilike 2010. godine bile uglavnom povoljne za uzgoj kukuruza, odnosno biljke su bile dovoljno opskrbljene vodom tijekom cijele vegetacije, naglašenija NPK gnojdba nije utjecala niti na jedno istraživano agronomsko svojstvo, osim na masu 1000 zrna. Učinak hibrida je bio signifikantan za masu 1000 zrna, sklop i dužinu klipa. Jedino na broj redova zrna na klipu nije značajno utjecala ni gnojdba ni hibridi.



## Napomena

U radu su prikazani rezultati objavljeni u diplomskom radu „Reakcija različitih hibrida kukuruza na gnojidbu na OPG-u Ivan Jemrić 2010. godine“ koji je obranjen 25. veljače 2015. na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku.

## Literatura

1. Butorac, A., Bašić, F., Mesić, M., Kisić, I. (2004): Utjecaj gnojidbe na zalihu fosforom i kalijem na prinos zrna kukuruza i kemijska svojstva tla u plodoredu kukuruz – soja - ozima pšenica - šećerna repa. *Agronomski glasnik* 6, 1; 371-385.
2. Egnér H., Riehm H., Domingo W. R. (1960.): Investigations on the chemical soil analysis as a basis for assessing the soil nutrient status II: Chemical extraction methods for phosphorus and potassium determination. *Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler* 26:199–215.
3. International Organization for Standardization (1994b): Soil quality - Determination of pH. ISO 10390:1994.
4. Josipović, M., Kovačević, V., Petošić, D., Šoštarić, J. (2005): Wheat and maize yield variations in the Brod-Posavina area. *Cereal research communications*, 33, 1; 229-233.
5. Kovačević, V., Kaučić, D. (2014): Climatic changes impacts on maize, sugar beet, soybeans and sunflower yields in Croatia. *Zbornik radova 49. hrvatskog i 9. međunarodnog simpozija agronoma*, Z. Lončarić, S. Marić (ur.) Osijek: Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 382-386.
6. Kovačević, V., Stojić, B., Rastija, M., Brkić, I., Drezner, G. (2009): Response of maize, wheat and barley to phosphorus and potassium fertilization. *Cereal Research Communications* 37, S1; 129-132.
7. Lončarić, Z., Karalić, K. (2015): Mineralna gnojiva i gnojidba ratarskih usjeva. *Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku*.
8. Rastija, M., Iljkić, D., Kovačević, V., Brkić, I. (2012): Weather impacts on maize productivity in Croatia with emphasis on 2011 growing season. *Növénytermelés* 61. Suppl.; 329-332.
9. Shaw, R. H. (1977): Climatic Requirement. In: G. F. Sprague (ed.). *Corn and Corn Improvement*, American Society of Agronomy, Publisher Madison, Wisconsin, USA.
10. Tollenaar, M., Wu, J. (1999): Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. *Crop Science*, 39; 1597-1604.
11. Varga, B., Pospišil, A., Svečnjak, Z. (2000): Prinos i komponente prinosa zrna kukuruza pod utjecajem razine agrotehnike. *Zbornik sažetaka Postignuća i perspektive hrvatskog poljodjelstva*, Kovačević, V. (ur.), Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 207.
12. Vukobratović, M., Lončarić, Z., Samobor, V., Vukobratović, Ž., Čivić, H. (2010): Utjecaj gnojidbe na prinos i komponente prinosa kukuruza. *Zbornik sažetaka 45. hrvatskog i 5. međunarodnog simpozija agronoma*, 36-37.
13. \*\*Državni zavod za statistiku (2014), <http://www.dzs.hr/>, pristupljeno 25.1.2015.
14. \*\*FAOSTAT (2014), Food and agriculture organization of the United Nations,
15. Statistics division, <http://faostat3.fao.org/home/>, pristupljeno 3.3.2015.

## Effect of fertilization and agroecological conditions on yield and agronomic traits of maize in 2010

### Abstract

Yield and yield components of maize are under great influence of agroecological conditions, genotype and their interaction, as well as production technology. The goal of this study was to analyze the reaction of maize hybrids to mineral fertilization in eastern Croatia during 2010. The experiment was set up as complete block in four replications. Soil at the trial location had low availability of phosphorus and potassium. Three maize hybrids (FAO 400) were analyzed with two fertilization treatments: G1 (124 kg ha<sup>-1</sup> N, 90 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 135 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O) and G2 (179 kg ha<sup>-1</sup> N, 120 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 180 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O). Although the year 2010 was extremely wet it was relatively favorable with aspects of maize growing, because of sufficient water supply. Influence of mineral fertilization and genotype on yield was not significant. Emphasized NPK fertilization significantly affected only 1000 grain weight, while effect of hybrids was significant for 1000 grain weight, plant density and ear length.

**Key words:** maize, yield, mineral fertilization, agroecological conditions

## Utjecaj različitih vrsta gnojiva na prinos soje

Goran Jukić<sup>1</sup>, Krešimir Sunjić<sup>1</sup>, Ivan Varnica<sup>1</sup>, Dalija Gašo<sup>1</sup>, Bojan Labudović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>HCPHS, Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo, Usorska 19, Brijest, Osijek, Hrvatska, e-mail: gjukic@gmail.com

<sup>2</sup>Obrt PRP, Ulica Josipa Jurja Strossmayera 268, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Tijekom 2014. godine na lokaciji Budimci (N 45°28', E 18°17') – na ravničarskom pseudogleju obavljena su istraživanja o visini prinosa sjemena soje s različitim varijantama gnojidbe. Proizvodnja sjemena soje u velikoj mjeri provodi se dodavanjem mineralnih gnojiva N:P:K, dok je primjena PRP granulata (poboljšivača tla) bez dodatka P:K gnojiva zastupljena na vrlo malim površinama. Cilj je pokazati opravdanost primjene nove vrste gnojiva, odnosno poboljšivača tla bez dodatka P:K gnojiva na našim tlima. Pokus je postavljen u 2 ponavljanja po potpuno slučajanom blok rasporedu (CRBD) na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu koje obrađuje 60 ha. Korištene su sljedeće varijante predstetvene gnojidbe: 250 kg/ha N:P:K (0:20:30) + 140 kg/ha UREA (46 %), 250 kg/ha PRP granulata + 140 kg/ha UREA (46 %) i kontrola 140 kg/ha UREA (46 %). Najveći prinos ostvarila je varijanta 250 kg/ha PRP granulata + 140 kg/ha UREA (46 %).

**Ključne riječi:** soja, gnojiva, poboljšivač, prinos

### Uvod

Zbog velikog postotka bjelančevina (35-50 %) i ulja (18-24 %) te sigurnog otkupa i dobre cijene, soja je postala sve značajnija kultura u strukturi domaće sjetve (Jukić i sur., 2013.). Tržišni plasman hrvatske soje koja je GMO „free“ nije upitan na domaćem tržištu, ali ni na tržištu Europske unije. Na temelju kalkulacija troškova proizvodnje soje na području Istočne Hrvatske, Jukić i sur. (2007.) navode da financijski rezultat proizvodnje soje na tri i više hektara pokazuje rentabilnost. Republika Hrvatska pristupila je Dunav-soja projektu jer je soja domaće selekcije GMO „free“ što je preduvjet sigurnom plasmanu, a time i povećanju površina. Tako je u 2001. godini soja bila zasijana na 41 621 ha, a danas se sije na oko 55 000 ha. U Republici Hrvatskoj soja se proizvodi na konvencionalan način, što znači da se vrši duboko jesensko oranje na 30 cm, proljetno tanjuranje i predstetvena priprema uz dodatak N:P:K gnojiva. Neprestano postizanje visokih i stabilnih prinosa moguće je samo uz visoku razinu opskrbljenosti tla hranivima, (Vratarić i Sudarić, 2008.). U nekim zemljama Europske unije (Francuska, Njemačka, Poljska, Nizozemska, Belgija, itd.) već dvadesetak godina primjenjuje se i varijanta davanja samo poboljšivača tla PRP granulata (kod tala bogatih P i K) uz dodatak N gnojiva. Vukadinović i Bertić (2013.) navode da se u skorijoj budućnosti ne očekuje niža cijena gnojiva (ulaganja u poljoprivrednu proizvodnju sve su veća), globalni porast potreba za hranom utječe i na sve masovniju alternativnu biljnu proizvodnju uz sve veću primjenu organskih gnojiva (stajnjaka, komposta, siderata, bihugnojiva itd.). Sukladno navedenom, dodavanje PRP granulata pokazalo se kao dobar način kako bi proizvođači smanjili troškove proizvodnje. Na prinos sjemena osim varijante gnojidbe tla utječe i nekoliko drugih kvantitativnih svojstava, te

je ovisan o genotipu, okolini i njihovoj interakciji. Cilj istraživanja je pokazati opravdanost primjene nove varijante gnojidbe PRP granulatom na prostorima Republike Hrvatske, odnosno postoji li razlika u prinosu između varijanti N:P:K (0:20:30) + 140 kg/ha UREA (46 %) i varijante 250 kg/ha PRP granulata + 140 kg/ha UREA (46 %) u odnosu na kontrolu 140 kg/ha UREA (46 %).

## Materijal i metode

Pokus je postavljen u Budimcima na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu u dva ponavljanja po potpuno slučajanom blok rasporedu (CRBD) s osnovnom parcelom veličine 100 x 50 m na ravničarskom pseudogleju. Na pokusnoj površini korištene su iste varijante gnojidbe u zadnje tri godine (predusjev kukuruz 2011., šećerna repa 2012. i pšenica 2013. godine). Prema rezultatima analize tla Zavoda za tlo, u 2014. godini pH u KCl-u bio je 4,41 (vrlo jako kisele reakcije), postotak humusa 0,97 % (vrlo slabo humozno), a lakopristupačni fosfor i kalij  $\text{Al-P}_2\text{O}_5$  2,4 mg 100 g<sup>-1</sup> (jako siromašno) i  $\text{Al-K}_2\text{O}$  22 mg 100 g<sup>-1</sup> (dobro). U zaštiti od korova za sve varijante, primijenjena je split metoda. Kod prve troliske primijenjen je prvi split s 75,0 % oksasulfuron (60 g ha<sup>-1</sup>) + 50,0 % tifensulfuron-metil (4 g ha<sup>-1</sup>) + okvašivač 90,0 % izodekanol-etoksilat (02 l ha<sup>-1</sup>), a nakon dva tjedna drugi split 75,0 % oksasulfuron (60 g ha<sup>-1</sup>) + 50,0 % tifensulfuron-metil (4 g ha<sup>-1</sup>) + okvašivač 90,0 % izodekanol-etoksilat (02 l ha<sup>-1</sup>). Prije cvatnje protiv uskolisnih korova primijenjen je 10 % cikloksidim (1,5 l ha<sup>-1</sup>) + okvašivač 90,0 % izodekanol-etoksilat (02 l ha<sup>-1</sup>). Statistička obrada podataka provedena je analizom varijance (ANOVA) podataka prikupljenih s osnovnih pokusnih parcela pomoću Mstat programa, a za usporedbu srednjih vrijednosti izračunate su najmanje signifikantne razlike LSD za statističku značajnost  $P = 0,05$ .

Žetva je izvršena 01.10.2014. godine s kombajnom Đuro Đaković 1620 H širine hedera 5,60 m, a uzorci za svaku varijantu i repeticiju su se vagali na pisti obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva na digitalnoj vagi.

Postavljene su tri varijante gnojidbe dozirane predstjetveno rasipačem sa dva diska Rauch MDS 701: konvencionalna (N:P:K), alternativna (PRP) i kontrolna (N) varijanta.

Konvencionalna (N:P:K) varijanta podrazumijeva gnojidbu sa 250 kg/ha N:P:K (0:20:30) + 140 kg/ha UREA (46 % N).

Alternativna (PRP) varijanta podrazumijeva dodavanje poboljšivača životnih funkcija tla 250 kg/ha PRP granulata (35 % CaO i 8 % MgO) koji je dozvoljen i preporučan u organskoj poljoprivredi (Zakon (EGS) br. 834/2007) + 140 kg/ha UREA (46 % N).

Kontrolna (N) varijanta podrazumijeva gnojidbu samo sa dušičnim gnojivom 140 kg/ha UREA (46 % N).

Kod svih varijanti predstjetveno je primijenjena jednaka količina dušika u iznosu od 140 kg ha<sup>-1</sup> UREA. Za sve varijante provedeno je jesensko duboko oranje na 30 cm, jednokratno tanjuranje teškom tanjuračem, a u proljeće zatvaranje zimske brazde sjetvospremačem sa dva reda valjaka.

Sjetva je obavljena šestorednom Oltovom PSK sijačicom na međuredni razmak od 50 cm.

Sorta koja je korištena za pokus u istraživanoj godini je Zora C2 (grupa 0-1) Poljoprivrednog instituta Osijek, broj certifikata 98/430/1/13 (klijavost 94 %, energija 90 % i čistoća 99,9 %) koja je uz sortu Ika najzastupljenija u sjemenskoj i merkantilnoj proizvodnji u Hrvatskoj. Planirani sklop bio je 600 000 biljaka ha<sup>-1</sup>, a sjetva je obavljena 6. travnja 2014. godine na dubinu od 3 do 4 cm. Predusjev je bila ozima pšenica.

Prema meteorološkim podatcima, vidljivo je da je u istraživanoj godini u vegetacijskom periodu bilo više oborina i to za 82,3 mm u odnosu na višegodišnji prosjek (1981.-2000.), ponajprije u početnom porastu (Tablica 1.) od klijanja pa sve do prve troliske.

Tablica 1. Količina oborina tijekom vegetacijskog razdoblja u 2014. godini

Mjesec	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Prosjeck
Oborine (mm)	71,9	145,4	60,4	66,6	67,1	88,2	499,6
Višegodišnji prosjek (mm)	59,6	56,2	84,8	68,5	74,9	73,3	417,3

## Rezultati i rasprava

Dobiveni podatci prinosa soje pod utjecajem različitih varijanti gnojidbe tla prikazani su u Tablici 2. Ostvareni sklop soje u 2014. godini na svim varijantama bio je 581 000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Razlog nešto nižeg sklopa od očekivanog može se pripisati izrazito velikim količinama oborina nakon sjetve pa do pojave prve troliske (Tablica 1.).

Tablica 2. Prinos soje različitim varijantama gnojidbe tla

Varijanta	Prosjeck prinosa t ha <sup>-1</sup>
Kontrola	2,550
Konvencionalna (NPK)	3,625*
Alternativna (PRP)	3,798*
Prosjeck	3,326

\* signifikantna razlika P<0,05, significant difference P<0,05

Prema rezultatima analize varijance, u prosjeku, konvencionalna (N:P:K) i alternativna (PRP) varijanta ostvarila je signifikantno P<0,05 veće razlike (Tablica 2.) od kontrole (N) gnojene samo s dušičnim gnojivom. Između prinosa konvencionalne (N:P:K) i alternativne (PRP) varijante nema statistički značajne opravdanosti (n.s.).

Najveći prosječni prinos u godini istraživanja ostvarila je alternativna (PRP) varijanta 3,79 t ha<sup>-1</sup>, zatim slijedi konvencionalan varijanta (N:P:K) koja je imala 3,62 t ha<sup>-1</sup>, a najmanji prinos imala je kontrola (N) gnojena samo sa dušičnim gnojivom 2,55 t ha<sup>-1</sup>. Alternativna (PRP) varijanta imala je veći prinos od konvencionalne (N:P:K) varijante i to u prosjeku za 173 kg ha<sup>-1</sup>.

Tablica 3. Rezultati analize varijance u 2014. godini

Izvori varijabilnosti	Suma kvadrata	Stupnjevi slobode	Sredina kvadrata	F-test	F-vjerojatnost
Repeticije	0,004	1	0,00470	0,5109	
Varijanta	1,813	2	0,90662	98,482	0,0100*
Pogreška	0,018	2	0,00920		
Ukupno/	1,836	5	0,36727		

C.V. (%): 2,884783599834

LSD (p<0.05):

0,4128305047

LSD (p<0.01):

0,9522678880

Proučavajući utjecaj gnojidbe na zalihu fosforom i kalijem na prinos sjemena soje Butorac i sur. (2004.) navode da su sve gnojene varijante visoko signifikantno bolje od negnojene varijante

dok su razlike među njima neznatne. Istraživajući prinos kukuruza i soje kod jedanaestogodišnje gnojidbe fosforom i kalijem gnojivima Mallarino i sur. (1991.) navode da proizvođači kukuruza i soje mogu ostvariti veći profit ne dodavajući fosfora i kalijeva gnojiva na ispitivanim tlima.

Kovačević (2002.) navodi da je gnojidba kalijem značajno povećala prinose kukuruza i soje. Isti autor navodi da je u trogodišnjem prosjeku povećan prinos soje s 1,29 t ha<sup>-1</sup> na 2,61 t ha<sup>-1</sup> ili dvostruko. Bharati i sur. (1986.) proučavajući gnojidbu N:P:K gnojivima navode da se aplikacijom dušičnih gnojiva povećava visina biljaka i polijeganje, ali ne i prinos sjemena soje.

## Zaključak

Na temelju provedenih istraživanja obavljenih na ravničarskom pseudogleju u Budimcima za konvencionalnu (N:P:K), alternativnu (PRP) i kontrolnu (N) varijantu gnojidbe na prinos sjemena soje u 2014. godini možemo zaključiti:

Konvencionalna (N:P:K) i alternativna (PRP) varijanta ostvarile su statistički veći prinos ( $P < 0,05$ ) u odnosu na kontrolu (N) varijantu.

Najveći prosječni prinos ostvarila je alternativna (PRP) varijanta (173 kg ha<sup>-1</sup>), ali se statistički značajno ne razlikuju u odnosu na konvencionalnu (N:P:K) varijantu.

## Literatura

1. Bharati, M. P., Wghigham, D. K., Voss, R. D. (1986): Soybean response to tillage and nitrogen, phosphorus and potassium fertilization, *Agronomy Journal* Vol. 78, No. 6, p. 947-950.
2. Butorac, A., Mesić, M., Bašić, F., Kisić, I. (2004): Utjecaj gnojidbe na zalihu fosforom i kalijem na prinos sjemena soje i kemijska svojstva tla u plodoređu kukuruz soja ozima pšenica šećerna repa, *Agronomski glasnik* 6 str. 387-399.
3. Jukić, G., Šunjic, K., Varnica, I., Brkić, J., Beraković I. (2013): Utjecaj različitih varijanti obrade tla na urod sjemena soje: *Agriculture in nature and environment protection*; 6nd international scientific/professional conference, Vukovar 2013, Croatia, 158-163.
4. Jukić, G., Guberac, V., Marić, S., Dunković, D. (2007): Ekonomski aspekti proizvodnje soje u Istočnoj Hrvatskoj, *Poljoprivreda znanstveno-stručni časopis*, 2; 23-28.
5. Kovačević, V. (2002): Prevladavanje debalansa kalija i magnezija u tlu gnojidbom i genotipom, *Agroznanje, poljoprivredni naučni i informativni časopis* 3; 14-26.
6. Mallarino, A. P., Webb, J. R., Blackmer A. M. (1991): Corn and soybean yields during 11 years of phosphorus and potassium fertilization on a high-testing soil, *Journal of Production Agriculture*, Vol. 4. No. 3, p. 312-NP.
7. Vratarić, M., Sudarić, A. (2008): Soja, *Poljoprivredni institut Osijek*.
8. Vukadinović, V., Bertić, B. (2013): Filozofija gnojidbe, *Studio HS Internet d.o.o., Osijek*.
9. Zakon o provedbi uredbe vijeća (EZ) br. 834/2007 o ekološkoj proizvodnji i označavanju ekoloških proizvoda.

## Effect of different kinds of fertilizer on soybean yield

### Abstract

During 2014, the location of the Budimci (N 45°28 'E 18°17') - on pseudogley soil research on the soybeans yields with different fertilization was conducted. Production of soybean seed operates largely by the addition of fertilizer N: P: K, while giving PRP granules (soil conditioner) without the addition of P: K fertilizer is represented on very small areas. The aim of the research is justification of the use of new types of fertilizer soil improvers without the addition of P: K fertilizer in our region. Trials were conducted in two replications completely randomized block design (CRBD) on the family farm that handles 60 ha. Used in the following versions sowing fertilizer: N: P: K (0:20:30) 250 kg ha<sup>-1</sup> + urea 140 kg ha<sup>-1</sup>, the PRP granulate 250 kg ha<sup>-1</sup> + urea 140 kg ha<sup>-1</sup> and control 140 kg ha<sup>-1</sup> urea. The highest yield was obtained by a variant of PRP granulate 250 kg ha<sup>-1</sup> + urea 140 kg ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** soybean, fertilizer, soil conditioner, yield

## Kasniji rokovi sjetve u proizvodnji šećerne repe 2013. godine

Andrija Kristek<sup>1</sup>, Ivana Varga<sup>1</sup>, Ana Barišić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska, e-mail: ivana.varga@pfos.hr

<sup>2</sup>Student, Poljoprivredni fakultet, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Godine 2013. u veljači i ožujku palo je ukupno 170,2 mm oborina što je dvostruko više u odnosu na višegodišnji prosjek (1961 – 1990.). Zbog velike količine oborina sjetva šećerne repe je u Hrvatskoj obavljena u kasnijim rokovima, tek u drugoj polovini travnja. U ovoj godini ostvaren je prosječan prinos korijena šećerne repe od 52,4 t/ha uz prosječan sadržaj šećera u repi od 14,83 %, te prinos šećera od 7,55 t/ha. Unatoč kasnoj sjetvi i nepovoljnom rasporedu oborina tijekom čitave vegetacije šećerne repe u 2013. godini, na gospodarstvu „Bromus d.o.o.“ uz pravilnu agrotehniku (obrada tla, gnojidba i pravovremena zaštita) ostvaren je zadovoljavajući prinos korijena od 60 t/ha sa sadržajem šećera u korijenu od 15,50 %.

**Ključne riječi:** šećerna repa, vremenske prilike, 2013., gospodarstvo „Bromus d.o.o.“

### Uvod

Površine pod šećernom repom u Europi 2013. godine iznosile su oko 2,9 milijuna hektara uz prosječan prinos korijena od 57 t/ha (FaoStat, 2015.). U Hrvatskoj se šećerna repa u toj godini proizvodila na 20 165 ha, a ostvaren je prosječan prinos korijena od 52,4 t/ha. Oko 70 % ukupne proizvodnje šećerne repe u Europi nalazi se u Francuskoj, Njemačkoj, Poljskoj i Nizozemskoj (CEFS Sugar statistic, 2013.), čija je proizvodnja korijena u petogodišnjem prosjeku (2009 – 2013.) iznosila 35 milijuna tona, 26 milijuna tona, 11 milijuna tona, odnosno 5,5 milijuna tona (FaoStat, 2015.). Analizom proizvodnih rezultata hrvatskih šećerana u razdoblju od 2009. do 2013. godine (Tablica 1.), prosječan prinos korijena šećerne repe u Hrvatskoj je 50,06 t/ha. Od prosjeka značajno odstupa 2012. godina, kada je prinos korijena iznosio 39 t/ha.

Tablica 1. Prosječne površine (ha), prinos (t/ha), sadržaj šećera (%) i prinos šećera (t/ha) u Republici Hrvatskoj od 2009. do 2013. godine po tvornicama šećera (Interni podaci šećerana)

Tvornica šećera	Površina (ha)	Prinos korijena (t/ha)	Sadržaj šećera (%)	Prinos šećera (t/ha)
Tvornica šećera Osijek d. o. o.	6702	49,27	15,29	7,52
Sladorana d. d. Županja	8961	49,33	15,60	7,68
Viro tvornica šećera d. d.	7502	51,57	15,37	7,96
Ukupno RH	23165	-	-	-
Prosjek RH	-	<b>50,06</b>	<b>15,42</b>	<b>7,72</b>



Dužinu vegetacije šećerne repe generalno određuju rokovi sjetve i rokovi vađenja, koji su najčešće ovisni o vremenskim prilikama i dostupnoj mehanizaciji. Kraća ili duža vegetacija može značajno utjecati na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe, stoga bi sjetva trebala biti što ranije u proljeće kako bi se vegetacijski period produžio. U našim uvjetima optimalno je 180 dana vegetacije šećerne repe. Ukoliko su povoljni vremenski uvjeti sjetvu treba obaviti već u ožujku u istočnom dijelu Hrvatske (Slavonija i Baranja), odnosno do polovine travnja u zapadnom dijelu (Podravina i Međimurje). Na temelju četverogodišnjeg istraživanja Kristek i Eljuga (1992.) navode da se kasnijom sjetvom (25. travanj), prinos korijena smanjuje za oko 20 %, u odnosu na sjetvu u optimalnim rokovima (do 1. travnja), dok se sadržaj šećera u korijenu značajno ne mijenja. Prema istraživanju u Irskoj (Dublin), O'Donovan (2002.) navodi da je sjetva u optimalnom roku (17. travanj) rezultirala prinosom šećera od 11,7 t/ha, dok je prinos šećera sjetvom u kasnijem roku (2. svibanj) smanjen za 1,9 t/ha. U istraživanju Lauera (1997.) u SAD-u (Wyoming), biljke šećerne repe čije je nicanje nastupilo 18. svibnja imale su smanjenje prinosa šećera za 0,07 t/ha/danu u odnosu na biljke iznikle 1. svibnja, dok je još kasnije nicanje, 16. lipnja u odnosu na 1. lipnja, dovelo do većeg gubitka prinosa šećera 0,13 t/ha/danu. Na osnovu istraživanja pet rokova sjetve u Turskoj (Erzurum), Çakmakçı i Oral (2002.) ističu kako je u optimalnom roku sjetve (kraj ožujka i početak travnja) prinos korijena iznosio prosječno 62 t/ha, dok je u kasnom roku sjetve (krajem svibnja), prinos dvostruko manji. U našim agroekološkim uvjetima, Kristek i sur. (1988.) navode da svaki dan odlaganja sjetve u travnju rezultira smanjenjem prinosa korijena u prosjeku za 520 kg/ha i šećera za 87 kg/ha, dok se količina melasotvornih elemenata nije značajno mijenjala ovisno o roku sjetve.

Cilj ovog istraživanja bio je analizirati specifičnost vremenskih prilika u 2013. godini za proizvodnju šećerne repe, s naglaskom na kasnije rokove sjetve na primjeru gospodarstva „Bromus d.o.o.“ (Novi Jankovci).

## Materijal i metode

U ovom radu korišteni su interni podaci gospodarstva „Bromus d.o.o.“ o primijenjenim agrotehničkim mjerama i rezultatima proizvodnje šećerne repe u 2013. godini, dok su za prikaz srednjih mjesečnih temperatura zraka (°C) i ukupnih mjesečnih količina oborina (mm) korišteni podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske.

Gospodarstvo „Bromus d.o.o.“ za proizvodnju, trgovinu i usluge nalazi se u Vukovarsko–srijemskoj županiji u Novim Jankovcima (općina Stari Jankovci). Osnovna djelatnost gospodarstva je ratarska proizvodnja, a u suradnji s Poljodjelskim obrtom i uzgojem stoke „Bariša“ iz Novih Jankovaca obrađuju 185 ha poljoprivrednih površina. Godine 2013. šećerna repa je bila zasijana na 29,6 ha, a proizvodnja je ugovorena s tvornicom šećera „Sladorana d.d. Županja“.

Nakon žetve predusjeva (pšenica i pivarski ječam) na gospodarstvu „Bromus d.o.o.“ uzeti su uzorci tla za kemijsku analizu. Prema kemijskoj analizi Sirovinskog laboratorija Sladorane d.d. u Županji tlo je bilo neutralne pH reakcije (pH u KCl=6,53), sadržaj humusa 2,22 %, sadržaj kalija (AL K<sub>2</sub>O) 24,47 mg/100 g tla i sadržaj fosfora (AL P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 13,87 mg/100 g tla. Na osnovu rezultata kemijske analize tla na Zavodu za kemiju, biologiju i fiziku tla Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku izrađena je preporuka gnojidbe za šećernu repu (Tablica 2.).

Sjetva šećerne repe u 2013. godini na gospodarstvu „Bromus d.o.o.“ obavljena je polovinom travnja, dok je nicanje nastupilo tek krajem travnja. U sjetvi su bili zastupljeni hibridi Buda (Z tip) i Libero (NZ tip) sjemenske kuće Strube GmbH&Co.KG iz Njemačke. Sjetva je obavljena na međuredni razmak 50 cm i razmak u redu od 17 cm te je utrošeno 1,18 U/ha. Agrotehnika proizvodnje šećerne repe bila je uobičajena i sastojala se od dvije prihrane KAN-om (27 % N) i dvije

folijarne prihrane borom (Folibor, 11 % B), zaštite od repine pipe, korova i bolesti *Cercospora beticola* Sacc. Vađenje korijena šećerne repe obavljeno je u prvoj polovini studenog.

Tablica 2. Preporuka gnojidbe (Zavod za Kemiju, biologiju i fiziku tla Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku) i provedena gnojidba za šećernu repu 2013. godine na gospodarstvu „Bromus d.o.o.“.

	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)
<b>Preporuka gnojidbe</b>			
Miješano gnojivo 5:15:30 (882 kg/ha)	44	132	265
Urea, 46%N (170 kg/ha)	78	-	-
Kalcij amonij nitrat – KAN, 27% N (214 kg/ha)	58	-	-
<b>Ukupno hraniva</b>	<b>180</b>	<b>132</b>	<b>265</b>
<b>Provedena gnojidba na gospodarstvu „Bromus d.o.o.“</b>			
<i>Osnovna gnojidba (jesen 2012.)</i>			
Monoamonijev fosfat – MAP, 12% N i 52% P (250 kg/ha)	30	130	-
Kalijev klorid – KCl, 60% K (450 kg/ha)	-	-	270
Urea, 46% N (200 kg/ha)	92	-	-
<i>Prihrana (proljeće 2013.)</i>			
Kalcij amonij nitrat – KAN, 27% N (100 kg/ha)	27	-	-
Kalcij amonij nitrat – KAN, 27% N (100 kg/ha)	27	-	-
<b>Ukupno hranjiva</b>	<b>176</b>	<b>130</b>	<b>270</b>

## Rezultati i rasprava

U prva tri mjeseca 2013. godine (siječanj – ožujak) palo je ukupno 231,2 mm oborina (Tablica 3.), odnosno 76 % više u odnosu na isti period tridesetogodišnjeg prosjeka (131,9 mm). Iako su optimalni rokovi za sjetvu šećerne repe na području Jankovaca (istočna Hrvatska) od 15. ožujka do 5. travnja, višak oborina u veljači i ožujku 2013. pomaknuo je predstjetvenu pripremu tla i rokove sjetve, te je unatoč povoljnim temperaturama, već sredinom ožujka zbog prevelike vlažnosti tla, sjetva šećerne repe u Hrvatskoj obavljena u drugoj polovici travnja.

Ukupno je u vegetacijskom razdoblju, od travnja do listopada 2013. godine palo 477,5 mm oborina, što je oko 25 % više od potreba šećerne repe za vodom (360 mm). U svibnju šećerna repa nema većih potreba za vodom, a optimalne količine su 50 mm. Šećerna repa od nicanja pa do zatvaranja redova ubrzano razvija korijenov sustav, a ukorjenjivanje u pravilu završava krajem svibnja ili početkom lipnja. S obzirom na kasniju sjetvu i zasićenje tla vodom uslijed veće količine oborina u svibnju (118,8 mm), razvoj korijenovog sustava se produžio u lipanj. Rujan 2013. godine je bio najkišovitiiji mjesec u godini kada je palo ukupno 129 mm, dok u tom periodu šećerna repa ima najmanje potrebe za vodom, svega 35 mm. Takav raspored oborina u rujnu nije povoljan za nakupljanje šećera u korijen.

Srednja mjesečna temperatura zraka od travnja do listopada je 2013. godine bila je za 1,3°C viša od višegodišnjeg prosjeka (1961 – 1990.). Tijekom srpnja i kolovoza prosječne mjesečne temperature zraka su iznosile čak oko 23°C, dok su optimalne temperature za rast šećerne repe u tom periodu oko 18°C.

U našem proizvodnom području vađenje šećerne repe obično započinje u drugoj dekadi rujna i traje do sredine studenog. Kako bi se produžila vegetacija šećerne repe, vađenje na gospodarstvu „Bromus d.o.o.“ je obavljeno u kasnijim rokovima, odnosno u prvoj polovici studenog. Nešto veće količine oborina u studenom (11% više od prosjeka 1961 – 1990.) otežavale su vađenje, korijen je imao veći udio nečistoća, što je stvorilo dodatne troškove u transportu. Prinos čistog korijena u prosjeku za 2013. godinu na gospodarstvu „Bromus d.o.o.“ iznosio je 60 t/ha, a sadržaj šećera u korijenu 15,50 % što je rezultiralo prinosom šećera od 9,3 t/ha.

U Hrvatskoj je 2013. godine prosječan prinos korijena šećerne repe iznosio 52,4 t/ha, što je uz sadržaj šećera u korijenu od 14,83 % rezultiralo s prosječnim prinosom šećera od 7,55 t/ha (Interni podaci šećerana „Tvornica šećera Osijek d. o. o.“, „Sladorana d. d. Županja“ i „Viro tvornica šećera d. d.“). Nadalje, usporedbom postignutih prinosa korijena i sadržaja šećera po šećeranama, kooperanti „Sladorane d.d. Županja“ u 2013. godini postigli su najmanje prinose korijena od prosječno 50,10 t/ha, dok su kooperanti osječke i virovitičke šećerane imali prinose korijena nešto više od 53 t/ha. Istovremeno, 2013. godine kooperanti „Sladorane d.d. Županja“ ostvarili su najbolje rezultate u sadržaju šećera u korijenu od prosječno 15,28 %, dok su kooperanti osječke i virovitičke šećerane imali prosječno 14,55 %.

Tablica 3. Srednje mjesečne temperature zraka (°C) i količine oborina (mm) u 2013. godini, te odstupanja od višegodišnjih prosjeka za klimatološku postaju Osijek – 38,43 km zračne udaljenosti od mjesta Novi Jankovci (Državni hidrometeorološki zavod, 2014.)

Mjesec	Srednje mjesečne temperature zraka (°C)			Količine oborina (mm)		
	Prosjeak 1961.-1990.	2013. °C	2013.god. > ili < od prosjeka	Prosjeak 1961.-1990. mm	2013. god. % od prosjeka	2013. god. mm
I	-1,2	2,1	+3,3	46,9	130	61,0
II	1,6	3,0	+1,4	40,2	215	86,4
III	6,1	5,2	-0,9	44,8	187	83,8
IV	11,3	13,1	+1,8	53,8	84	45,2
V	16,5	16,7	+0,2	58,5	203	118,8
VI	19,4	19,9	+0,5	88,0	72	63,4
VII	21,1	22,9	+1,8	64,8	56	36,3
VIII	20,3	22,9	+2,6	58,5	56	32,8
IX	16,6	15,9	-0,7	44,8	288	129,0
X	11,2	13,7	+2,5	41,3	126	52,0
XI	5,4	7,8	+2,4	57,3	112	64,2
XII	0,9	1,6	+0,7	51,6	0	0,0
<b>Prosjeak godine</b>	<b>10,8</b>	<b>12,1</b>	<b>+1,3</b>	-	-	-
<b>Prosjeak vegetacije</b>	<b>16,6</b>	<b>17,9</b>	<b>+1,3</b>	-	-	-
<b>Ukupno godine</b>	-	-	-	<b>650,4</b>	<b>119</b>	<b>772,9</b>
<b>Ukupno vegetacije</b>	-	-	-	<b>409,7</b>	<b>117</b>	<b>477,5</b>

Istraživanjem na području Osijeka, Kristek i Eljuga (1992.) navode da je šećerna repa sijana 1. travnja s dužinom vegetacije od 187 dana postigla prinos korijena od 62,2 t/ha što je uz sadržaj

šećera u korijenu od 16,59 % rezultiralo s prinosom šećera od 8,83 t/ha, dok je prinos korijena šećerne repe sijane u kasnijem roku (25. travnja) s dužinom vegetacije od 162 dana iznosio 50,30 t/ha, sadržaj šećera u korijenu 16,48 % što je rezultiralo prinosom šećera od 7,03 t/ha. U dvogodišnjem pokusu dva roka vađenja šećerne repe (sredina rujna i sredina listopada) na lokalitetima Topolje i Seleš, koje je uključivalo 38 hibrida šećerne repe, Kristek i sur. (2007.) navode da je prosječan prinos korijena repe vađene sredinom rujna s prosječnom dužinom vegetacije od 158 dana bio 83,8 t/ha, sadržaj šećera 16,05 %, dok je repa vađena sredinom listopada s dužinom vegetacije od 192 dana postigla prosječan prinos korijena od 92,7 t/ha uz sadržaj šećera od 16,55 % što je rezultiralo 15 % većim prinosom šećera po jedinici površine u kasnijem roku vađenja. Petkeviciene (2009.) navodi kako jedan tjedan odgođene sjetve u proljeće smanjuje prinos korijena za 4,7 t/ha, šećera za 0,9 t/ha, te da se koncentracija štetnog  $\alpha$ -amino N povećava za 2,58 mg/100 g repe.

### Zaključak

Godina 2013. za sve proizvođače šećerne repe u Hrvatskoj bila je specifična, prvenstveno zbog pomicanja datuma sjetve koja je obavljena gotovo mjesec dana nakon optimalnih rokova za sjetvu šećerne repe (15. ožujka do 5. travnja). U veljači i ožujku 2013. godine palo je ukupno 170,2 mm oborina, što je duplo više u odnosu na višegodišnji prosjek (1961 – 1990.) koji iznosi 85 mm. Zbog prevelike vlažnosti tla, sjetva šećerne repe je obavljena oko 20 dana nakon idealnih rokova sjetve za područje Istočne Hrvatske. S obzirom na kasne rokove sjetve šećerne repe na gospodarstvu „Bromus d.o.o.“ uz pravilnu agrotehniku kroz vegetaciju šećerne repe, ostvaren prinos korijena od 60 t/ha je zadovoljavajući, sa sadržajem šećera u repi od 15,50 %.

### Literatura

1. Çakmakçı R., Oral, E. (2002): Root yield and quality of sugarbeet in relation to sowing date, plant population and harvesting date interactions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 26:133-139.
2. Kristek, A., Vujević, M., Magud, Z. (1988): Utjecaj dužine vegetacije na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe. *Agronomski glasnik* 2/3, 19-30.
3. Kristek, A., Eljuga, L. (1992): Tehnologija proizvodnje šećerne repe u normalnim i posebnim uvjetima 1992. godine. *Poljoprivredne aktualnosti* 40(1-2), 77-86.
4. Kristek, A., Kristek, S., Glavaš-Tokić, R., Antunović, M. (2007): Prinos i kvaliteta korijena šećerne repe ovisno o roku vađenja i izboru sorte. *Poljoprivreda/Agriculture* 13(2), 15-22.
5. Lauer, J. G. (1997): Sugar beet performance and interactions with planting date, genotype, and harvest date. *Agronomy journal* 89, 469-475.
6. O'Donovan, T. M. (2002): The effects of seed treatment, sowing date, cultivar and harvest date on the yield and quality of sugar beet. Master thesis. University College Dublin.
7. Petkeviciene, B. (2009): The effect of climate factors on sugar beet early sowing timing. *Agronomy Research* 7 (Special issue I), 436-443.
8. \*\*\* CEFS Sugar statistics, 2013. Comite Europeen des fabricants de sucre – CEFS.
9. \*\*\* Državni hidrometeorološki zavod (2014). <http://meteo.hr/> (pristupljeno 11.9.2014.).
10. \*\*\* Interni podaci šećerana: „Tvornica šećera Osijek d. o. o.“, „Sladorana d. d. Županja“ i „Viro tvornica šećera d. d.“
11. \*\*\* FaoStat (2015). <http://faostat.fao.org/> (pristupljeno 24.2.2015.).

## Sugar beet production in later sowing terms in 2013

### Abstract

In February and March 2013 average rainfall was 170.2 mm which is two times higher than the long term mean (1961–1990). Due to higher rainfall sowing date of sugar beet in Croatia was in the second half of April. In 2013, the average yield of sugar beet in Croatia was 52.4 t/ha with an average sugar root content of 14.83 %, which result with sugar yield of 7.55 t/ha. Despite the late sowing date and unfavourable distribution of precipitation throughout the 2013. growing season, the farm „Bromus Ltd.“ was with proper agrotechnic measures (tillage, fertilization and plant protection) achieved satisfying root yield of 60 t/ha with a sugar content of 15.50 %.

**Key words:** sugar beet, weather condition, 2013, farm „Bromus Ltd.“

## Utjecaj gnojidbe na prinos i komponente prinosa soje

Mirjana Martić<sup>1</sup>, Slavko Poplaša<sup>1</sup>, Nataša Romanjek-Fajdetić<sup>2</sup>,  
Ljiljana Božić-Ostojić<sup>2</sup>, Slavica Antunović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Srednja škola "Matija A. Reljković", I. Cankara 76, Slavonski Brod, Hrvatska, e-mail: mirjana.martic8@gmail.com

<sup>2</sup>Veleučilište u Slavonskom Brodu, Dr. Mile Budaka 1, Slavonski Brod., Hrvatska

### Sažetak

Pokus je postavljen u vegetacijskoj sezoni ekstremno vlažne 2014. godine, na gospodarstvu SŠ Matije Antuna Reljkovića u Slavonskom Brodu. Tlo je blago lužnato ( $\text{pH}_{(\text{KCl})} = 7,3$ ), dobre opskrbljenosti s  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $22,1 \text{ mg}100\text{g}^{-1}$ ) i  $\text{K}_2\text{O}$  ( $25,8 \text{ mg}100\text{g}^{-1}$ ), osrednje opskrbljenosti humusom ( $1,6 \%$  (m/m)) i  $\text{CaCO}_3$  ( $2,10\%$  (m/m)). Gnojidba i prihrana su provedene na osnovu kemijske analize tla u tri gnojdbene varijante i kontrolu: 1.  $800 \text{ kg ha}^{-1}$  NPK 7:14:21,  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  Uree, 2% Fertina R, 4 puta, 1% Fertina B, 2 puta; 2.  $500 \text{ kg ha}^{-1}$  NPK 7:20:30,  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  KAN-a, 2% Fertina R, 4 puta, 1% Fertina B, 2 puta; 3. Kontrola; 4.  $500 \text{ kg ha}^{-1}$  NPK 5:15:30,  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  Uree, 1% Fertina B, 2 puta, 2% Fertina R, 4 puta. Sjetva je obavljena neinkuliranim sjemenom sorte Ika. Cilj pokusa bio je utvrditi utjecaj gnojidbe na prinos i komponente prinosa soje. Statističkom analizom podataka dobivenih analizom biljnog materijala u fazi pune zriobe nisu utvrđene statistički značajne razlike u visini prinosa i komponentama prinosa soje.

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

### Uvod

Soja (*Glycine max.* (L.) Merr.) je značajna bjelančevinasta i uljna kultura čije se zrno koristi u ishrani ljudi i stoke. Genetički potencijal rodosti je i do  $7 \text{ t ha}^{-1}$ , no visina prinosa je pod velikim utjecajem agroekoloških čimbenika. Potrebe soje za hranivima povećavaju se od početka cvatnje do mahunanja i nalijevanja zrna. Maksimalne količine dušika i kalija su potrebne u fazi cvatnje i formiranja mahuna, a fosfora i sumpora u vrijeme formiranja i nalijevanja zrna te je za postizanje visokih uroda važno osigurati dovoljne količine pristupačnih hraniva, uvažavajući pri tome kemijsku analizu tla, planirani urod zrna i pristupačnost hraniva u tlu.

Agroekološki uvjeti uzgoja mogu značajno utjecati na prinos zrna i njegovu kakvoću (Jukić i sur., 2010.). Šimunić i sur., (2009.) su jedanaestogodišnjim rezultatima istraživanja dokazali da količina oborina ima značajan utjecaj na gospodarska svojstva soje te da godine sa većom količinom oborina su povoljnije za proizvodnju soje. Ukupna godišnja količina oborina u istočnim krajevima Hrvatske je 600 do 700 mm što je ispod potrebe soje za vodom za visoke urode (Mađar i Josipović, 1991.).

### Materijal i metode

Pokus je postavljen u vegetacijskoj sezoni ekstremno vlažne 2014. godine (Tablica 2.), na gospodarstvu SŠ Matije Antuna Reljkovića u Slavonskom Brodu. Tlo je blago lužnato ( $\text{pH}_{(\text{KCl})} = 7,3$ ), dobre opskrbljenosti s  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $22,1 \text{ mg}100\text{g}^{-1}$ ) i  $\text{K}_2\text{O}$  ( $25,8 \text{ mg}100\text{g}^{-1}$ ), osrednje opskrbljenosti humusom ( $1,6 \%$  (m/m)) i  $\text{CaCO}_3$  ( $2,10\%$  (m/m)). Predusjev je bio krumpir. Gnojidba i prihrana su provedene na

osnovu kemijske analize tla. Pokus je postavljen u tri gnojdbene varijante i kontrolu (Tablica 1.). Veličina osnovne parcele bila je 0,25 ha. Predviđene količine NPK gnojiva po varijantama dodane su u proljeće, pri osnovnoj obradi tla, a Urea i KAN su zatanjurane u predsjetvenoj pripremi. Prihrane su obavljene folijarno prije i nakon cvatnje soje s Fertinom B (10. lipnja i 1. srpnja) u koncentraciji 1 % ili u količini 3 lha<sup>-1</sup>, te s Fertinom R (2. i 21. lipnja, te 2. i 9. srpnja) u koncentraciji 2 % ili u količini 6 lha<sup>-1</sup>, prije i nakon cvatnje te nakon zemetanja mahuna, uz utrošak 300 lha<sup>-1</sup> vode. Fertina B je vodena otopina kalcijevog nitrata koja sadrži 4 % B i 3 % N i uglavnom se primjenjuje prije cvatnje jer bor povećava klijavost i vitalnost polena te se potiče bolja cvatnja i oplodnja, a kasnija primjena pozitivno djeluje na zemetanje plodova. Fertina R sadrži 10 % N, 5 % K<sub>2</sub>O, 1 % MgO, 0,5 % B, 3 % Zn, te aplikacijom preko lista, malim količinama hraniva održava ishranjenost soje, što je posebno značajno u sušnim periodima.

Tablica 1. Gnojdbeni pokus na soji

Broj varijante	Količina hraniva (kg ha <sup>-1</sup> )						Vrste gnojiva	Količina gnojiva (kg ha <sup>-1</sup> )	Način primjene
	N	P	K	Mg	B	Zn			
1.	56	112	168				NPK 7:14:21	800	Zaorati u osnovnoj obradi
	46						Urea	100	Predsjetveno zatanjurati
	2,4		1,2	0,24	0,12	0,72	Fertina R 10% N, 5% K <sub>2</sub> O 1% MgO, 0,5% B 3% Zn	6 lit	Folijarno 4 puta 2% otopina
	0,18				0,24		Fertina B (4% B, 3% N)	3 lit	Folijarno 2 puta 1% otopina
	<b>Ukupno</b>	<b>104,58</b>	<b>112</b>	<b>169,2</b>	<b>0,24</b>	<b>0,36</b>	<b>0,72</b>		
2.	35	100	150				NPK 7:20:30	500	Zaorati u osnovnoj obradi
	67,5						KAN	250	Predsjetveno zatanjurati
	2,4		1,2	0,24	0,12	0,72	Fertina R 10% N, 5% K <sub>2</sub> O 1% MgO, 0,5% B 3% Zn	6 lit	Folijarno 4 puta 2% otopina
	0,18				0,24		Fertina B 4% B, 3% N	3 lit	Folijarno 2 puta 1% otopina
	<b>Ukupno</b>	<b>105,08</b>	<b>100</b>	<b>151,2</b>	<b>0,24</b>	<b>0,36</b>	<b>0,72</b>		
3.							KONTROLA		
4.	25	75	150				NPK 5:15:30	500	Zaorati u osnovnoj obradi
	70						Urea	150	Predsjetveno zatanjurati
	2,4		1,2	0,24	0,12	0,72	Fertina R 10% N, 5% K <sub>2</sub> O 1% MgO, 0,5% B 3% Zn	6 lit	Folijarno 4 puta 2% otopina
	0,18				0,24		Fertina B 4% B, 3% N	3 lit	Folijarno 2 puta 1% otopina
	<b>Ukupno</b>	<b>97,58</b>	<b>75</b>	<b>151,2</b>	<b>0,24</b>	<b>0,36</b>	<b>0,72</b>		

Sjetva je obavljena 14. travnja 2014. godine, srednje ranom sortom Ika, na međuredni razmak 45cm. Upotrijebljeno je neinkulirano sjeme. U zaštiti od korova primijenjeni su pre-em herbicidi Scorpio + Frontier ( $800 \text{ gha}^{-1} + 1,1 \text{ lha}^{-1}$ ). Korekcija za širokolisne korove je obavljena 2. lipnja herbicidom Laguna u dozi  $100 \text{ gha}^{-1}$ , a za uskolisne korove je upotrebljen Select super ( $0,8 \text{ lha}^{-1}$ ). Žetva je obavljena 1. listopada 2014. godine.

Tablica 2. Prosječne mjesečne temperature zraka ( $^{\circ}\text{C}$ ) i sume oborina (mm) za 2014. godinu i višegodišnji prosjek (1981.- 2013.)

Godina	1981. – 2013.		2014.	
	Temperatura	Oborine	Temperatura	Oborine
Mjesec				
Siječanj	0,1	51	4,0	26,5
Veljača	1,7	38,5	5,6	44,3
Ožujak	6,8	49,9	9,4	54,5
Travanj	11,8	59,3	12,8	119,0
Svibanj	16,6	67,8	15,7	134,1
Lipanj	19,9	86,0	19,9	78,3
Srpanj	21,9	73,1	21,7	76,2
Kolovoz	21,3	66,9	20,6	131,4
Rujan	16,4	72,8	16,5	112,6
Listopad	11,3	66,3	12,8	97,0
Studen	5,8	65,2	8,0	19,6
Prosinac	1,3	58,0	3,6	69,4
<b>Suma</b>		754		962,9

Izvor: DHMZ, 2014.

Uzorkovanje biljnog materijala je provedeno u fazi pune zriobe. Uzorkovano je 10 biljaka, te ukupna nadzemna masa s površine  $1\text{m}^2$  svake varijante. Biljni materijal 10 biljaka je u potpunosti razdvojen na zrno, mahune i stabljiku, te je poslužio za mjerenje komponenti prinosa. Ukupna biljna masa s površine  $1\text{m}^2$ , nakon prebrojavanja broja biljaka, mahuna i razdvajanja zrna, poslužila je za određivanje prinosa i žetvenog indeksa. ANOVA analizom varijance testirano je postojanje utjecaja gnojidbe na prinos i komponente prinosa.

Količina oborina u 2014. godini iznosila je 962,9 mm što je za 208,9 mm više u odnosu na količinu oborina u višegodišnjem prosjeku (754,8 mm). Temperature su bile u skladu sa prosjekom (Tablica 2.).

## Rezultati i rasprava

Gnojidba različitim kombinacijama gnojiva (Tablica 3.) nije statistički značajno utjecala na visinu prinosa ( $p = 0,9218$ ), iako je u gnojidbenoj varijanti NPK 7:20:30 ostvaren najveći prinos ( $4853 \text{ kgha}^{-1}$ ) u odnosu na varijantu NPK 7:14:21, gdje je ostvaren najniži prinos ( $4490 \text{ kgha}^{-1}$ ). U kontrolnoj varijanti je ostvaren prinos  $4815 \text{ kgha}^{-1}$ .



Tablica 3. Utjecaj gnojidbe na prinos kg<sup>ha</sup><sup>-1</sup>

Ponavljjanje	VARIJANTA			
	NPK 7:14:21 Urea + Fertina R + Fertina B	NPK 7:20:30 KAN+Fertina R+ Fertina B	Kontrola	NPK 5:15:30 Urea+Fertina R + Fertina B
1.	4920	5315	4550	5170
2.	4060	4390	5080	4230
Prosjeck	<b>4490</b>	<b>4853</b>	<b>4815</b>	<b>4700</b>
Statistička pogreška	p = 0,9218, n.s.			

U varijantama su zabilježene razlike ( $p = 0,2208$ ) u broju biljaka po m<sup>2</sup> (Tablica 4.). Najmanji broj biljaka (38,5) je zabilježen u varijanti NPK 7:14:21, a najveći (60,5) u varijanti NPK 7:20:30 u kojoj je postignut i najveći prinos. Utjecaj na masu 1000 zrna je evidentan, no nije statistički značajan ( $p = 0,3690$ ). Varijanta NPK 7:14:21, u kojoj je zabilježen najmanji broj biljka po m<sup>2</sup>, imala je najveću masu 1000 zrna. Varijante gnojidbe nisu statistički značajno utjecale na broj mahuna po jedinici površine ( $p = 0,7364$ ).

Tablica 4. Utjecaj gnojidbe na komponente prinosa soje.

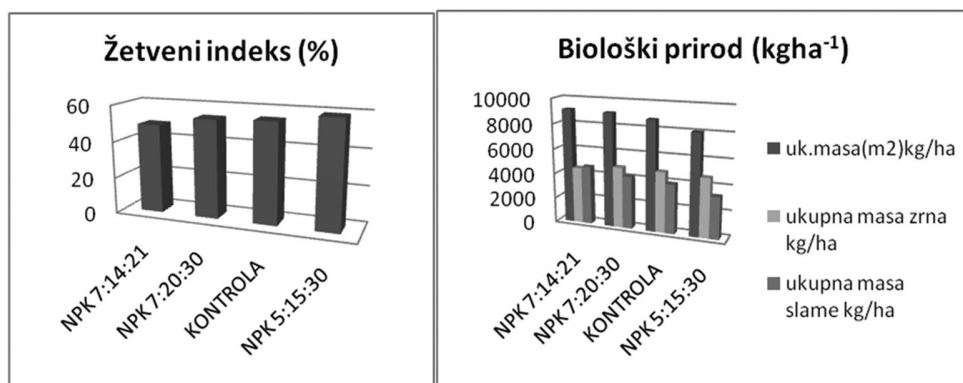
Varijanta	Komponente prinosa soje		
	Broj biljaka po m <sup>2</sup>	Broj mahuna po m <sup>2</sup>	Masa 1000 zrna (g)
NPK 7:14:21	38,5	1074,5	197,5
NPK 7:20:30	60,5	949,5	154,0
KONTROLA	43,5	925,0	173,5
NPK 5:15:30	53,5	1125,0	169,5
Statistička pogreška	p = 0,2208	p = 0,7364	p = 0,3690

Utjecaji varijante (Tablica 5.) na broj etaža po biljci ( $p = 0,2155$ ) i visinu biljke ( $p = 0,3748$ ) su evidentni, no statistički nisu značajni. Varijante nisu utjecale na masu biljke, masu zrna, broj mahuna i broj zrna po biljci.

Tablica 5. Utjecaj gnojidbe na komponente prinosa soje

Tretman	Komponente prinosa soje					
	Visina biljke (cm)	Masa biljke (g)	Broj etaža po biljci	Broj mahuna po biljci	Broj zrna po biljci	Masa zrna po biljci (g)
NPK 7:14:21	118,7	23,8	10,0	30,2	73,5	14,1
NPK 7:20:30	118,0	21,5	11,2	29,9	78,2	12,1
kontrola	109,7	25,0	12,2	35,0	87,4	15,1
NPK 5:15:30	121,6	22,3	10,5	27,8	69,2	11,9
Statistička pogreška	p = 0,3748	p = 0,9428	p = 0,2155	p = 0,8217	p = 0,8327	p = 0,8032

Utjecaj gnojidbe na prinos soje možemo pratiti kroz žetveni indeks i biološki prirod koji je ostvaren u ispitivanom vegetacijskom razdoblju (Grafikon 1).



Grafikon 1. Žetveni indeks (%) i biološki prirod soje (kg/ha)

Najveći žetveni indeks (59 %), tj. najveći udio zrna u ukupnom biološkom prirod, postignut je u varijanti NPK 5:15:30, a najmanji (49 %) u varijanti NPK 7:14:21. Iako je u varijanti NPK 7:14:21 ostvaren najveći biološki prirod (9140 kg ha<sup>-1</sup>) nije ostvaren i najveći prinos jer je imao najveći udio mase zrele biljke (4650 kg ha<sup>-1</sup>) u ukupnom prinosu.

## Zaključak

Analiza nadzemnih dijelova soje, u fazi pune zriobe, upućuje na slijedeće zaključke o utjecaju različitih varijanti gnojidbe na prinos i komponente prinosa: gnojdbene varijante nisu imale statistički značajan utjecaj na visinu prinosa i komponente prinosa. Razlog izostanka pozitivne reakcije biljke na povećanu gnojidbu po varijantama je zasigurno velika količina oborina tijekom vegetacije i dobra opskrbljenost tla fosforom i kalijem, te mogućnost soje da dobro koristi fosfor i kalij iz tla, čak i iz teže topivih oblika u tlu.

## Literatura

1. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 2014.
2. Josipović, M., Kaučić, D., Kovačević V., Brkić, I. (2011): Utjecaj temperaturnog i oborinskog režima na vegetaciju proljetnih usjeva 2011. godine. Dan polja kukuruza, soje, suncokreta i krmnog bilja, znanstveni izvještaj. Poljoprivredni institut Osijek.
3. Jukić, G., Čupić, T., Marić, S., Jukić, R. Teodorović, R. (2010): Utjecaj agroekoloških uvjeta na prinos zrna soje, Sjemenarstvo 27/10/3-4, udk: 633853.52 (45) =862.
4. Mađar, S., Josipović, M. (1991): Vremenske prilike na području istočne Hrvatske u 1990.godini. Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrani. Posebno izdanje, Osijek, 21:153-159.
5. Vratarić, M., Sudarić, A. (2008): Soja, Poljoprivredni institut Osijek, Osijek, str. 59., 221.
6. Šimunić, R., Miličević, I., Vrgoč, D., Eljuga, L.(2009): Utjecaj količine oborina na gospodarska svojstva soje i suncokreta, 6. Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem "KVALITET 2009", Neum, B&H, 04. - 07 juni 2009., str. 809-814.

## Influence of fertilization on yield and yield components of soybean

### Abstract

Field trial was set in extremely wet growing season of 2014, at the economy of High school Matija Antun Reljković in Slavonski Brod. The soil is slightly alkaline ( pH ( KCl ) = 7,3 ), a good supply of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( 22,1 mg100g<sup>-1</sup> ) and K<sub>2</sub>O ( 25,8 mg100g<sup>-1</sup> ), a central supply of humus (1,6 % ( m / m )) and CaCO<sub>3</sub> (2,10 % ( w / w )). Basic fertilization and cultivation were performed according to standard soil chemical analysis in three different treatments and control: 1. 800 kgha<sup>-1</sup> NPK 7:14:21, 100 kgha<sup>-1</sup> Uree, 2 % Fertina R, 4 times, 1 % Fertina B, 2 times; 2. 500 kgha<sup>-1</sup> NPK 7:20:30, 250 kgha<sup>-1</sup> KAN-a, 2 % Fertina R, 4 times, 1 % Fertina B, 2 times; 3. Control; 4. 500 kgha<sup>-1</sup> NPK 5:15:30, 150 kgha<sup>-1</sup> Uree, 1 % Fertina B, 2 times, 2 % Fertina R, 4 times. Sowing has been done with non-inoculated soybean seeds Ika cultivar. The aim of the experiment was to determine the influence of fertilization on yield and yield components of soybean. The analysis of plant material in the stage of full maturity showed no statistically significant difference in yields, yield components and agronomic traits.

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

## Section II



---

---

**Biosustainability**

**Biodrživost**



## Tvrđava Brod – oaza bioraznolikosti u središtu Slavenskog Broda

Slavica Antunović<sup>1</sup>, Vlatka Špehar<sup>2</sup>, Edita Štefanić<sup>3</sup>, Tatjana Haring<sup>4</sup>, Ljiljana Božić-Ostojić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Veleučilište u Slavanskom Brodu, Dr Mile Budaka 1, Slavonski Brod, Hrvatska,  
e-mail: santunovic@vusb.hr*

<sup>2</sup>*Student, Veleučilište u Slavanskom Brodu, Dr Mile Budaka 1, Slavonski Brod, Hrvatska*

<sup>3</sup>*Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska*

<sup>4</sup>*Srednja škola Matije Antuna Reljkovića, Ivana Cankara 76, Slavonski Brod, Hrvatska*

### Sažetak

Bioraznolikost obuhvaća cijeli prirodni svijet, a ne samo zaštićeni, rijetki ili ugroženi te osim prirodnih i ruralnih uključuje i urbana područja. Većina svjetskog stanovništva danas živi u urbanim sredinama te je zaštita i očuvanje bioraznolikosti u gradovima tema od izuzetnog značaja. U neposrednoj blizini središta Slavenskog Broda nalazi se Tvrđava Brod – spomenik nulte kategorije i primjer vojne fortifikacijske arhitekture 18. stoljeća. Na prostoru Tvrđave Brod uz brojne obnovljene i ruševne građevine nalazi se i zelenilo koje čine: cvjetne gredice, skupine različitih stabala, ukrasni grmovi, travnati nasipi i parteri obrasli s velikim brojem travnjačkih, korovnih i ruderalnih vrsta. Unutar Tvrđave pružaju se kanali, u kojima obitavaju akvatične biljne vrste. Uz raznovrsnu floru veže se i odgovarajuća fauna. Tako Tvrđava Brod zahvaljujući brojnim biljnim i životinjskim vrstama predstavlja oazu bioraznolikosti okruženu asfaltom, betonom, staklom i čelikom. Cilj ovog rada bio je prikazati različitost florističkog sastava zelenih površina u Tvrđavi Brod tijekom 2014. godine. Prema prikupljenim podacima bilo je 96 korovnih, ruderalnih i travnjačkih vrsta, 19 vrsta stabala, 12 vrsta ukrasnih grmova te 20 cvjetnih vrsta na gredicama.

**Ključne riječi:** Tvrđava Brod, bioraznolikost, flora

### Uvod

Značenje pojma „bioraznolikost“ je u Zakonu o zaštiti prirode (NN 80/13) definirano kao „sveukupnost svih živih organizama koji su sastavni dijelovi ekosustava, a uključuje raznolikost unutar vrsta, između vrsta, životnih zajednica te raznolikost ekosustava“.

Pojednostavljeno, možemo reći da ona predstavlja cjelokupno bogatstvo života na Zemlji. Nadalje, bioraznolikost obuhvaća cijeli prirodni svijet, a ne samo zaštićeni, rijetki ili ugroženi te osim prirodnih i ruralnih uključuje i urbana područja. Većina svjetskog stanovništva danas živi u urbanim sredinama te je zaštita i očuvanje bioraznolikosti u gradovima tema od izuzetnog značaja. Gradsko zelenilo približava prirodu ljudima, omogućuje im učenje o njoj i njezinoj zaštiti kao i o obnovi i očuvanju urbane bioraznolikosti. Nameće se pitanje kako stanovnici gradova utječu na okolne ekosustave i kako im oni osiguravaju usluge poput energije, hrane,

pročišćavanja vode i zraka, regulacije poplave i suše, prevencije erozije, razgradnje otpada, sve do rekreacije i poboljšanja fizičkoga i psihičkoga zdravlja (Voća, 2013.). Upravo je bioraznost najugroženija u urbanim sredinama kao područjima s najviše izmijenjenim prirodnim karakteristikama te izloženim neodgovornim i nesavjesnim aktivnostima čovjeka (Škuljević, 2010.). Važnost ove teme potvrđuje i Provedbena odluka Europske komisije od 19. ožujka 2014. o donošenju višegodišnjeg programa rada za program LIFE za razdoblje 2014.–2017. U dijelu „Urbana okolina — Prilog III. odjeljak A točka (e)“ se navodi: „Projekti kojima se provode integrirane i sveobuhvatne politike održivog urbanog planiranja i projektiranja putem inovativnog pristupa gradskom javnom prijevozu i mobilnosti, održivim zgradama, energetske učinkovitosti te očuvanju bioraznosti u gradovima.“

Slavonski Brod je s površinom 50,10 km<sup>2</sup> šesti grad po veličini u Hrvatskoj. Nalazi se podnožju gore Dilj, na obali rijeke Save na granici s Bosnom i Hercegovinom te na pola puta između Zagreba i Beograda. U središtu grada je Trg Ivane Brlić-Mažuranić na kojem se nalazi kuća ove poznate književnice za djecu, a u njegovoj blizini je Tvrđava Brod – spomenik nulte kategorije i primjer vojne fortifikacijske arhitekture 18. stoljeća. U to vrijeme je s baroknim gradovima Osijekom i Starom Gradiškom pripadala obrambenom sustavu na granici prema Turskom carstvu. Od 1945. godine do 90-ih godina 20. stoljeća u njoj je bila smještena Jugoslavenska narodna armija, a od 1995. godine započinje njezina rekonstrukcija (Službene stranice Slavonskog Broda, Tvrđava Brod – spomenik nulte kategorije). Kako navodi Stjepan Lončarić: „Tvrđava Brod je u početku projekta obnove obuhvaćala oko 350.000 m<sup>2</sup> prazne površine, s esplanadnim prostorom od zajedno 700.000 m<sup>2</sup>.“

Na prostoru Tvrđave Brod uz brojne obnovljene i ruševne građevine nalazi se i zelenilo koje čine cvjetne gredice, skupine različitih stabala, ukrasni grmovi i velike travnate površine na nasipima i parterima obrasle velikim brojem travnjačkih, korovnih i ruderalnih vrsta. Unutar Tvrđave pružaju se kanali, u kojima obitavaju akvatične biljne vrste. Uz raznovrsnu floru veže se i odgovarajuća fauna. Tako Tvrđava Brod zahvaljujući brojnim biljnim i životinjskim vrstama predstavlja pravu malu oazu bioraznosti u samom središtu Slavonskog Broda okruženu asfaltom, betonom, staklom i čelikom (Slika 1.). Zbog svojih sadržaja i ugođaja, turistima, građanima i svim posjetiteljima predstavlja omiljeno mjesto za obilazak, šetnju, rasonodu i druženje.



Slika 1. Tvrđava Brod i dio grada Slavonskog Broda uz rijeku Savu  
(izvor: <https://www.google.hr/maps/place/Slavonski+Brod/>)



Slika 2. Livadna flora na nasipima i travnatim parterima Tvrđave Brod, ruderalna flora uz putove i ruševine – slikano 20.06.2014. (foto: S. Antunović)

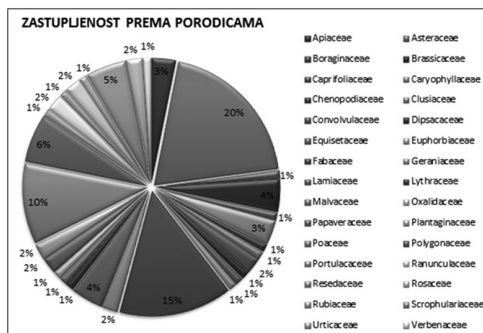
Tijekom vegetacijske sezone 2014. godine determinirano je ukupno 96 biljnih vrsta svrstanih u 30 porodica (Špehar, 2014.). Spomenute biljne vrste nalaze se najvećim dijelom na nasipima, travnatim parterima središnjeg dijela Tvrđave, pokraj kanala, uz staze i putove te na ostatcima zidina.

Najzastupljenija porodica prema broju vrsta je *Asteraceae* s 19 vrsta, odnosno 20%. Zatim porodice *Fabaceae* s 15%, *Poaceae* s 10% te *Polygonaceae* 6%. Ostale porodice su bile zastupljene sa svega 1% do 3% (Grafikon 1.).

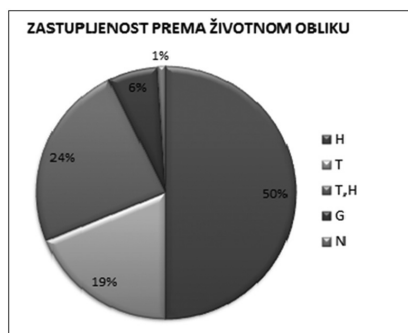
Prema životnom obliku od svih navedenih vrsta 50% je bilo hemikriptofita, 24% terofita i hemikriptofita, 19% terofita, 6% geofita i svega 1% nanofanerofita (Grafikon 2.).

S obzirom na životni ciklus najviše je bilo višegodišnjih biljaka (49%), a zatim jednogodišnjih (24%). Jednogodišnje i dvogodišnje biljke činile su 18% od ukupnog broja popisanih vrsta, a dvogodišnje svega 9% (Grafikon 3.).

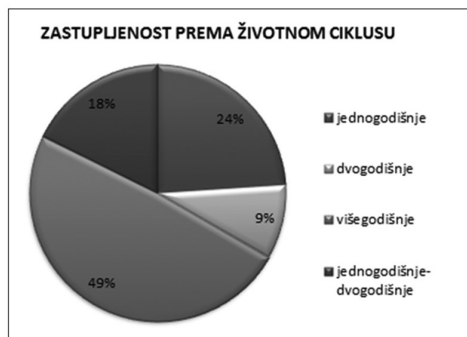
Najzastupljenije biljke prema flornom elementu sa 47% su bile euroazijske, zatim subsrednjoeuropske s 20%, kozmopoliti s 13%, adventivne biljke sa 7% te ostali florni elementi u rasponu od 2% do 6% (Grafikon 4.).



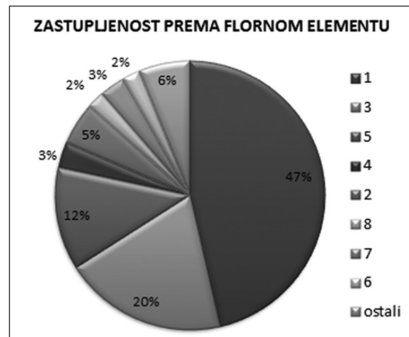
Grafikon 1. Zastupljenost vrsta prema porodicama



Grafikon 2. Zastupljenost vrsta prema životnom obliku



Grafikon 3. Zastupljenost vrsta prema životnom ciklusu



Grafikon 4. Zastupljenost vrsta prema flornom elementu

## Dendrološka flora

Dendrološka flora uljepšava Tvrđavu Brod, a čine ju solitarna stabla i skupine različitog ukrasnog drveća i grmlja.

Prema podacima komunalnog poduzeća Komunalac d.d. iz Slavonskog Broda zastupljeno je 19 vrsta ukrasnog drveća sa ukupno 96 stabala: lipa (*Tilia* sp.), katalpa (*Catalpa bignonioides* Walt.), bijeli jasen (*Fraxinus excelsior* L.), hrast lužnjak (*Quercus robur* L.), trobodni trnovac (*Gleditschia triacanthos* L.), obična breza (*Betula pendula* Roth), jablan (*Populus nigra* L.), smreke (*Picea* sp.), obična jela (*Abies alba* Mill.), tuja (*Thuja* sp.), dvolapi ginko (*Ginkgo biloba* L.), bijela topola (*Populus alba* L.), divlji kesten (*Aesculus hippocastanum* L.), javor mliječ (*Acer platanoides* L.), javor pajavac (*Acer negundo* L.), tulipanovac (*Liriodendron tulipifera* L.), magnolija (*Magnolia* sp.), pačempres (*Chamaecyparis* sp.) i pajasen (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle).

Vrste ukrasnog grmlja su: lovorvišnja (*Prunus laurocerasus* L.), juka (*Yucca* sp.), kozokrvina (*Lonicera* sp.), ruža (*Rosa* sp.), suručica (*Spiraea* sp.), drijen (*Cornus* sp.), božikovina (*Ilex* sp.), borovica (*Juniperus* sp.), forzijca (*Forsythia* sp.), lavanda (*Lavandula* sp.) te kalina (*Ligustrum* sp.) i šimšir (*Buxus sempervirens* L.) kao oblikovana živica. Ukupan broj vrsta ukrasnog grmlja iznosi 12.

## Flora cvjetnih gredica

Prema podacima komunalnog poduzeća Komunalac d.d. u Tvrđavi Brod je u 2014. godini bilo 20 gredica na ukupnoj površini 230 m<sup>2</sup>. Na navedenim gredicama su, ovisno o sezoni, bile posađene cvjetne vrste dvoljetnica, ljetnica i lukovica – ukupno 20 vrsta i 11550 komada presadnica. Od dvoljetnica su bile zastupljene: tratinčica (*Bellis perennis* L.), šumska potočnica (*Myosotis sylvatica* Hoffm.) i dvije vrste mačuhica (*Viola cornuta* L. i *Viola tricolor* L.). Lukovica je bilo tri vrste: sunovrat (*Narcissus* sp.), tulipan (*Tulipa* sp.) i zumbul (*Hyacinthus* sp.). Jednoljetnice su bile zastupljene sa sljedećim vrstama: plavi zvjezdan (*Ageratum* sp.), alternatera (*Alternanthera* sp.), smilje (*Helichrysum* sp.), kadifca (*Tagetes* sp.), kadulja (*Salvia* sp.), gromotulja (*Lobularia maritima* (L.) Desv.), vodenika (*Impatiens walleriana* Hook. f.), ukrasna kopriva (*Coleus blumei*), pepeljuga (*Cineraria* sp.), begonija (*Begonia* sp.), vinka (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don), pileja (*Pilea microphylla* (L.) Liebm), kokotić (*Delphinium* sp.).



## Zaključak

Većina svjetskog stanovništva danas živi u urbanim sredinama koje svakodnevno rastu zajedno s brojem stanovnika te su zaštita i očuvanje bioraznolikosti u gradovima izuzetno značajna tema. U gradovima se širi komunalna infrastruktura pa se zbog toga pomno planira zelenilo. Urbane zelene površine imaju utilitarnu, ekološku, estetsku i sociološku ulogu. Cilj je očuvati i potaknuti bioraznolikost te poboljšati kvalitetu življenja, stoga se može zaključiti da su zelene površine Tvrđave Brod u Slavanskom Brodu sa 150 terestičnih biljnih vrsta dobar primjer bioraznolikosti urbane sredine koju treba očuvati za sadašnje stanovnike i buduće generacije.

## Literatura

1. Komunalac d.d.: Inventarizacija dendrološkog florističkog sastava i rekapitulacija cvjetnih gredica u Tvrđavi Brod za 2014. god. Podaci dobiveni elektronskom poštom.
2. Lončarić S.: Obnova tvrđave Slavonski Brod, [http://www.nuf.hr/data/articles/00019/docs/SB ObnovaKulturneBastine\\_Petrovaradin\\_2007.pdf](http://www.nuf.hr/data/articles/00019/docs/SB%20ObnovaKulturneBastine_Petrovaradin_2007.pdf).
3. Provedbena odluka Europske komisije od 19. ožujka 2014. o donošenju višegodišnjeg programa rada za program LIFE za razdoblje 2014.–2017. Službeni list Europske unije 17.4.2014. [http://www.europski-fondovi.eu/sites/default/files/dokumenti/CELEX-320 14D0203-HR-TXT.pdf](http://www.europski-fondovi.eu/sites/default/files/dokumenti/CELEX-320%2014D0203-HR-TXT.pdf).
4. Službene stranice Slavanskog Broda, Tvrđava Brod – spomenik nulte kategorije. [www.slavonski-brod.hr/index.php/kultura-i-obrazovanje/tvrđava-brod](http://www.slavonski-brod.hr/index.php/kultura-i-obrazovanje/tvrđava-brod).
5. Škuljević, P. (2010): Vodeni vrt - oaza bioraznolikosti u urbanim sredinama. Završni rad, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
6. Špehar, V. (2014): Livadna i ruderalna flora Tvrđave Brod. Završni rad, Veleučilište u Slavanskom Brodu, Slavonski Brod.
7. Voća, N. i sur. (2013): Priroda je (i) u gradovima. Agencija za zaštitu okoliša, Javna ustanova „Maksimir“, Zagreb.
8. Zakon o zaštiti prirode (Narodne novine broj: 80/13). <http://www.propisi.hr/print.php?id=891> (24.2.2015.).

## The Brod Fortress – an oasis of biodiversity in the center of Slavonski Brod

### Abstract

Biodiversity includes whole natural world, not just protected, rare or endangered one. Besides natural areas biodiversity also involves rural and urban areas as well. Most of the world's population lives in urban areas so protection and conservation of biodiversity within cities has been issue of great importance. The Brod Fortress - a world heritage monument and example of military architecture from the 18<sup>th</sup> century is located near the city center of Slavonski Brod. With numerous restored and dilapidated buildings, here also occur green zones with flower beds, groups of different trees, ornamental shrubs, grassy embankments and flat areas covered with a large number grass, weed and ruderal flora. Channels with aquatic plant species extend inside the Fortress and corresponding fauna is connected with that various flora. Thanks to numerous plant and animal species, the Brod Fortress is an oasis of biodiversity which is surrounded by asphalt, concrete, glass and steel. The aim of this study was to show diversity of vegetation inside and around the Brod Fortress during 2014. According to the collected data there were total of 96 weed, grass and ruderal species, 19 trees, 12 ornamental shrubs and 20 flower species on flower beds.

**Key words:** Brod Fortress, biodiversity, flora

# Industrijska konoplja – biljka prošlosti i budućnosti

Ljiljana Božić-Ostojčić<sup>1</sup>, Slavica Antunović<sup>1</sup>, Branimir Vujčić<sup>1</sup>, Mirjana Martić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Veleučilište u Slavanskom Brodu, Dr M. Budaka 1, Slavonski Brod, Hrvatska, e-mail: Ljiljana.BozicOstojic@vusb.hr

<sup>2</sup>Srednja škola Matije Antuna Reljkovića, I. Cankara 76, Slavonski Brod, Hrvatska

## Sažetak

Industrijska konoplja je biljka čije su značenje spoznale gotovo sve drevne kulture. Od davnina su ljudi cijenili njena ljekovita i prehrambena svojstva te je koristili kao sirovinu za dobivanje velikog broja proizvoda. I danas se smatra da bi industrijska konoplja mogla zadovoljiti većinu čovjekovih potreba za hranom, odjećom, obućom, stanovanjem i energijom. Zbog nerazumijevanja i neinformiranosti često se poistovjećuje s indijskom konopljom koja u svom sastavu sadrži znatno veći postotak psihoaktivne tvari tetrahidrokanabinola. U zadnje vrijeme, prvenstveno u razvijenim zemljama javlja se interes za uzgojem ove kulture ponajprije u okviru ekoloških tema – bioraznolikosti, obnovljivih resursa, održive industrije i poljoprivrede.

**Ključne riječi:** industrijska konoplja, mogućnosti primjene, indijska konoplja

## Uvod

Konoplja *Cannabis sativa* L. potječe od divlje konoplje *Cannabis ruderalis* Janich koja i danas raste u ravnica središnje Azije oko Aralskog i Kaspijskog jezera. Smatra se da je to prvi usjev koji je za čovječanstvo imao neku drugu namjenu osim prehrambene. Značaj ove biljke spoznale su gotovo sve drevne kulture. U Egiptu se uzgajala prije 6000 godina. Sjeme konoplje upotrebljava se u prehrani više od dva tisućljeća, a njena ljekovita svojstva spominju se u kineskoj narodnoj medicini 2737. g. pr. Kr. Tijekom srednjeg vijeka proizvodnja se proširila do Skandinavije i Sredozemlja te je do prve polovice 19. st. na seoskim gospodarstvima bila osnovna sirovina za tkanine, užad, mreže i razne druge proizvode. Kako bi potaknuli njezinu proizvodnju, u Americi su je koristili kao platežno sredstvo do početka 18. st.

U Hrvatskoj je konoplja do 18. st. prerađivana u platno na seoskim gospodarstvima. Nakon otvaranja tkaonice lana i konoplje u Ozlju 1728. godine postala je tržišni proizvod. Najveće površine pod konopljom u Hrvatskoj zabilježene su 1949. godine. Tada je na površini od 21127 ha proizvedeno 96524 t stabljike. U razdoblju od 1960. godine do 1970. godine uzgoj konoplje se smanjio na površinu od 10000 ha do 12000 ha da bi se u razdoblju između 1975. godine i 1990. godine smanjio na samo 2000 ha. Prestankom rada tvornica za preradu konoplje i lana u Črncovcima i Viškovcima krajem devedesetih godina konoplja se prestala proizvoditi za vlakno (Pospišil, 2013.). U 2013. godini konopljom je u Hrvatskoj bilo zasijano 176 ha, a 2014. godine Ministarstvo poljoprivrede zaprimilo je 109 zahtjeva za uzgojem ove kulture na 658 ha.

Podaci FAOSTATA za 2012. godinu pokazuju da se konoplja za vlakno na svjetskoj razini proizvodila na 49740 ha pri čemu su se najveće površine nalazile u Sjevernoj Koreji, Kini i Čileu, a

najveći prinosi postigli su se u Italiji (4.80 t/ha). Konoplja za sjeme zauzima u svijetu površinu od 28693 ha a najveći proizvođač je Kina koja ujedno postiže i najveće prinose (3,28 t/ha) (Pospišil, 2013.).

Poistovjećivanje industrijske konoplje (*C. sativa* L. subsp. *sativa*) i indijske konoplje (*C. sativa* L. subsp. *indica*), proizlazi iz toga što su morfološki veoma slične ali one se bitno razlikuju u sadržaju psihoaktivnog sastojka tetrahidrokanabilona (THC). Indijska konoplja može sadržavati od 3 % do 15 % THC u suhoj tvari dok ga industrijska konoplja sadrži manje od 1 %. Unatoč strahu da zagovornici industrijske konoplje imaju skrivene namjere u smislu promicanja legalizacije i uporabe marihuane, u razvijenim zemljama javlja se ponovni interes za uzgojem ove kulture ponajprije u okviru ekoloških tema – bioraznolikosti, obnovljivih resursa, održive industrije i poljoprivrede (Fortenbery i Bennet, 2001.).

### **Stabljika konoplje – sirovina za 25000 proizvoda**

Pretpostavke su da se od stabljike industrijske konoplje može proizvesti više od 25000 različitih proizvoda – papir, odjeća, obuća, građevinski materijal i biogorivo.

Sačuvani ostaci konopljinog tekstila prije 6 tisućljeća svjedoče da je ova biljka jedan od najstarijih izvora vlakana. Vlakno dobiveno iz konopljine stabljike je čvrsto, izdržljivo, dužine od 1m do 5 m te se koristilo u tekstilnoj i kožarskoj industriji. Značajno svojstvo je i otpornost na močenje i truljenje zbog čega je pogodno za izradu konopa, mreža i jedara. Osim dugih kudjeljnih vlakana, koristiti se mogu i kratka vlakna (kučina) koja imaju važnost u izradi veziva, pokrivača, šatorskih krila, vodoinstalaterskih brtvila, kablovske pređe i dr.

Pojedinosti o proizvodnji papira iz konoplje bile su tajna sve do japanskih zapisa koji datiraju iz 4. st. Brodske karte i dnevnici izraživali su se od papira na bazi konoplje jer je njegova trajnost bila znatno veća od papirusa. U 9. st. tehniku proizvodnje Arapi su prenijeli u Europu pa su do 11. st. nastale i prve tvornice papira u Španjolskoj, Njemačkoj i Velikoj Britaniji. Britanska enciklopedija se 150 godina tiskala na papiru od konoplje (Small i Marcus, 2002). Unatoč tome što su do početka 19 st. konoplja i lan bili osnovne sirovine za dobivanje papira, danas se najmanje 95 % izrađuje od celuloze. Duga konopljina vlakna nakon izbjeljivanja mogu poslužiti za izradu specijalnih papira kao što su papir za cigarete, papir za novčanice ili drugih vrijednosnih papira. Kratka vlakna zbog slabijih mehaničkih osobina uglavnom se koriste za proizvodnju kartona i novinskog papira (Krgović i sur., 2004.).

Pozder, odnosno drvenasti dio stabljike može poslužiti kao ekološki građevinski materijal. Britanska vlada i građevinska industrija pokrenule su 2009. godine projekt vrijedan 740000 funti sa ciljem istraživanja građevinskih materijala od kojih je jedan opeka od konoplje. Poznato je da su beton i cement odgovorni za 5 % do 10 % emisije ugljičnog dioksida na svijetu. Imajući to u vidu, vlada Velike Britanije pooštrila je zakone kako bi do 2016. godine sve nove kuće bile karbon – neutralne. Opeke od konoplje su izvrstan termički materijal, imaju sposobnost upijanja sunčeve topline tijekom dana i ispuštanja tijekom noći. Djelotvorne su kao zvučni izolator i regulator vlažnosti zraka u objektu, a otporne su i na vatru i termite. Prema mišljenju nekih stručnjaka, konoplja je najobnovljiviji materijal u graditeljstvu (Vrančić, 2013.).

Pozder može poslužiti kao stelja u peradarskim farmama ili za kućne ljubimce. Ovakva stelja može upiti 50 % više vlage u odnosu na drvenu, ne proizvodi prašinu, a nakon upotrebe se lako može kompostirati. Zbog izraženih upijajućih svojstava može se primijeniti za apsorpciju uljive ulja i tekućina nakon nezgoda.

Također je moguća primjena i u automobilskoj industriji. Henry Ford je još 1920. godine konstruirao automobil s komponentama izrađenim od konopljinih vlakana ukrućenih smolom. Godine 1999. za ove namjene utrošeno je 20000 t prirodnog vlakna od čega oko 2000 t konoplje. Prirodna vlakna mogu se pomiješati sa polipropilenskim vlaknima i isprešati na odgovarajućoj temperaturi u željeni oblik ili se mogu natopiti vezivima poput epoksismole ili poliuretana i ostaviti da se u željenom obliku skrutnu polimerizacijom. Smatra se da će se potražnja konoplje za primjenu u automobilskoj industriji povećavati razvojem novih tehnologija.

Konoplja se može procesuirati u ugljen, metanol, metan ili benzin. Ovako dobivena goriva nazivaju se gorivima iz biomase a značajna su jer ne sadrže metale i sumpor te ne zagađuju okoliš. Iz celulozne biomase može se proizvesti etanol, a neki dizel motori mogu koristiti i čisto prešano ulje konoplje (Small i Marcus, 2002.).

### **Sjemenka industrijske konoplje – izvor života i zdravlja**

Sjemenke konoplje zbog svog sastava pripadaju nutritivno vrijednoj hrani. Osim što sadrže 20-25 % proteina, 20-30 % ugljikohidrata i 10-15 % netopljivih vlakana, u svom sastavu imaju antioksidanse, karotene, fitosterole, fosfolipide i značajan udio minerala. Proteini konoplje sadrže svih 20 aminokiselina uključujući i esencijalne. U sjemenkama su također vitamini A, D i E te vitamini B skupine. Udio ulja u sjemenkama konoplje kreće se 30-35 %, ponekad i do 50 %. Metodom prešanja na pužnim prešama moguće je ekstrahirati 60-80% ulja što je u usporedbi s dobivanjem ulja na ovaj način iz drugih kultura izuzetno dobra iskoristivost. Ovo ulje u upotrebi je već više od tri tisućljeća. Ima gotovo idealan omjer linolne (omega-6) i  $\alpha$ -linolenske (omega-3) kiseline 3:1 i ugodan orašasti okus (Brckan i Katić, 2013.). Esencijalne masne kiseline prisutne u sjemenkama industrijske konoplje ljudsko tijelo nije u mogućnosti sintetizirati, a potrebne su kako bi se održala ravnoteža hormona, zdravlje kože i kose, vitalnost i pravilno funkcioniranje organizma. Populariziranjem zapadnjačke prehrane, ljudi su prihvatili ulja sa niskim sadržajem omega-3 koja istovremeno imaju visok udio omega-6 esencijalnih kiselina. Međutim, upravo izbalansirani odnos ovih kiselina kakav je prisutan u ulju konoplje, potreban je za optimalno funkcioniranje imunološkog sustava. U razvijenim zapadnim zemljama došlo je do poremećaja ovog balansa do 1:15 pa čak i do 1:25 što se smatra jednim od krivaca za epidemiju pretilosti, kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa tipa 2. Jedan od najčešćih uzročnika smrtnosti u današnje vrijeme, ateroskleroza, može se spriječiti uzimanjem omega-3 i omega-6 kiselina u pravilnom omjeru. Konopljino ulje također je izvor bioaktivnih komponenti poput tokoferola, prirodnih antioksidanasa koji sprječavaju oksidaciju nezasićenih masnih kiselina i smanjuju rizik od kardiovaskularnih bolesti i tumora. Ulje konoplje učinkovito je u zacjeljivanju rana na sluznici nakon operacije uha, nosa i grla te povoljno djeluje i na dermatitis (HAH, 2011.). Modernim kliničkim ispitivanjima potvrđene su spoznaje o ljekovitosti konoplje poznate još iz tradicionalne kineske medicine. Uglavnom se ovo pozitivno djelovanje konoplje na ljudski organizam pripisuje visokim razinama esencijalnih masnih kiselina (Callaway, 2004.).

U devedesetim godinama europske farmaceutske tvrtke uvele su u proizvodnju linije proizvoda za osobnu njegu na osnovu konopljinog ulja poput sapuna, šampona, kupki, balzama za usne i parfema. Konopljino ulje pripada lakosušivim uljima poput sojinog ulja pa je primjenu pronašao i u proizvodnji boja, lakova, brtvila, maziva za strojeve i tiskarskih boja (Pospišil, 2013.).

U hranidbi životinja primjenjuju se sporedni proizvodi dobivanja konopljinog ulja, uljane pogače i sačma. Smatra se da je pogača izvrsna dopuna stočnoj hrani jer ima pozitivno djelovanje na povećanje udjela masnih kiselina u mesu i jajima (Suchy i sur., 2011.).

Sjemenke konoplje su se smatrale hranom nižih klasa, a danas pronalaze primjenu u proizvodnji visokoproteinskih prehrambenih proizvoda. Imaju atraktivan orašasti okus te često služe kao zamjena poznatim namirnicama u prehrambenoj industriji.

### **Agrotehnička važnost industrijske konoplje**

Konoplja je biljka pogodna za ekološku proizvodnju budući da u uzgoju nije potrebno koristiti pesticide, a sama djeluje kao prirodni herbicid. U optimalnom sklopu potiskuje korove te tlo nakon nje ostaje potpuno čisto. Prinos kulture koja dolazi na isto tlo nakon konoplje povećava se za 10 %. Istraživanjima je potvrđeno da suzbija bakterije, gljivice, kukce i nematode. Dokazana je također njena sposobnost da iz tla izvlači teške metale. Zbog sjetve u gustom sklopu kao i zbog dubine prodiranja korijena u tlo do 2,5 m, usjev konoplje štiti tlo od erozije. Dobro uspijeva na plodnim tlima, ali iz njih uzima malo hranjivih sastojaka. Gustim sklopom smanjuje gubitak vlage iz tla što je od posebnog značenja u područjima sa malom količinom oborina (Pospišil, 2013.).

### **Društveni razlozi potiskivanja industrijske konoplje**

Ključno razdoblje u kojem su postavljene barijere mogućem tehnološkom razvoju uzgoja, pretrade i upotrebe konoplje obuhvatilo je period od 90-tih godina 19. st. do sredine 20. st. Tada se dogodio nagli rast znatno profitabilnije industrije pamuka i nafte, ali se oblikovala i međunarodna politika prema drogama. Konoplju se okarakteriziralo kao opasnu i štetnu biljku pa je kao takva uvrštena 1961. godine u Jedinstvenu konvenciju UN-a o narkotičkim drogama (Dubreta, 2006.). Još i danas jedan od najjačih argumenata koji se iznosi protiv uzgoja industrijske konoplje je strah od povećanog uzgoja indijske konoplje, odnosno marihuane što bi moglo rezultirati širenjem upotrebe droge. Naime, THC je četvrta u svijetu opojna rekreativna droga nakon kofeina, alkohola i nikotina. U zadnje vrijeme, zahvaljujući informatičkoj revoluciji i moći interneta, u razvijenim zemljama mijenjaju se opće društvene percepcije o ovoj kulturi. Putem interneta djeluju brojne udruge koje dijele međusobno kako znanstvene informacije tako i praktična iskustva o njenom uzgoju i uporabi. U skladu s ekološkim i održivim razvojem počinje prevladavati mišljenje da nacionalne ekonomije mogu biti stabilne ako se postigne ravnoteža između poljoprivrede i industrije, odnosno da se između ovih privrednih grana ne bi trebao razvijati odnos rivalstva već partnerstva. Kod mnogih poljoprivrednika razvija se zanimanje za uzgojem industrijske konoplje budući da je to kultura koja traži minimalna ulaganja, a kao sirovina ima velike mogućnosti korištenja (Young, 2005.).

U Hrvatskoj je dozvoljen uzgoj industrijske konoplje za proizvodnju hrane i hrane za životinje ukoliko sadržaj tetrahidrokanabinola u suhoj tvari biljke ne prelazi 0,2 %. Na ovaj način se iskorištava tek oko 10 % biljke, a mogućnost njezine primjene je puno veća te bi mogla zadovoljiti potrebe današnjeg čovjeka za hranom, odjećom, obućom, stanovanjem i energijom.

### **Zaključak**

Vrijednost industrijske konoplje kao biljke koja može zadovoljiti mnoge ljudske potrebe spoznale su gotovo sve drevne kulture. Međutim, zbog nerazumijevanja i krivih informacija dolazilo je do njenog poistovjećivanja s indijskom konopljom iako se one bitno razlikuju, prvenstveno u sadržaju psihoaktivne tvari tetrahidrokanabinola. To je dovelo do toga da su se u strahu od ekspanzije droge desetljećima zanemarivale prednosti ove kulture. Zaboravlja se da bi veći uzgoj konoplje za proizvodnju papira mogao spriječiti svjetski problem krčenja šuma. Industrijska konoplja je biljka koja bi mogla naći važno mjesto u hrvatskoj ekonomiji ako se uzmu u obzir

kvaliteta materijala dobivenih od konoplje, zdravstvena dobrobit, ekologija i tradicija uzgoja konoplje na našim prostorima.

### Literatura

1. Brckan, J., Katić, M. (2013): Utjecaj parametara proizvodnje na kemijski sastav nerafiniranih ulja konoplje. Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet.
2. Callaway, J. C. (2004): Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica* 140: 65-72.
3. Dubreta, N. (2006): Konoplja-sociološki aspekti uzgoja i upotrebe. *Soc. ekol. Zagreb*, 15, 1-2; 103-123.
4. Fortenbery T. R., Bennet, M. (2001): Is industrial hemp worth further study in the USA survey of the literature. University of Wisconsin-Madison.
5. Hrvatska agencija za hranu (2011): Znanstveno mišljenje o utjecaju na zdravlje proizvoda od konoplje koji se konzumiraju (ulje, sjemenke).
6. Krgović, M., Mijatović, B., Nikolić, S., Borna N., (2004): Konoplja kao sirovina za proizvodnju vlakana i papira. Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu.
7. Pospišil, M. (2013): Ratarstvo, II. dio - industrijsko bilje. Zrinski d.d., Čakovec.
8. Small, E., Marcus, D. (2002): Hemp: A new crop with new uses for North America, *Trends in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA.
9. Suchy, P., Strakova, E., Večerek, V., Mas, N., Šerman, V., Herzig, I. (2011): Indijska konoplja i mogućnost njezine primjene u hranidbi životinja. *Krmiva* 53, Zagreb 1: 17-24.
10. Vrančić, T. (2013): Biljka svestrane uporabe. *Građevinar* 65 (2013) 4; 397-398.
11. Young, E. M. (2005): Revival of industrial hemp: A systematic analysis of the current global industry to determine limitations and identify future potentials within the concept of sustainability. Lund University, Sweden.

## Industrial hemp – a plant of the past and the future

### Abstract

Industrial hemp is a plant whose importance is recognised by almost all ancient cultures. Since ancient times, people have valued its medicinal and nutritional properties and were used as a raw material to obtain a large number of products. Nowadays, it is considered that industrial hemp could satisfy most human needs: food, clothing, footwear, housing, energy. However, due to lack of understanding and lack of information it is often identified as Indian hemp, which in its composition contains a significantly higher percentage of psychoactive substance tetrahydrocannabinol. Recently, primarily in developed countries, there is a growing interest in this plant culture particularly in the framework of environmental topics - biodiversity, renewable resources, sustainable industry and agriculture.

**Key words:** industrial hemp, the possibilities for application, indian hemp

## Utjecaj eteričnih ulja na gljivične uzročnike bolesti uzgajanih biljaka

Slavko Grgić, Jasenka Ćosić, Karolina Vrandečić

*Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d,  
Osijek, Hrvatska, e-mail: jcasic@pfos.hr*

### Sažetak

Uporaba sintetičkih fungicida može povećati kvalitetu i prinos usjeva, ali također može izazvati pojavu rezistentnosti patogena, dok su rezidue pesticida štetne po zdravlje čovjeka i okoliš. Tendencija je sve više koristiti alternativne oblike zaštite bilja kao što su biljni spojevi i ekstrakti poput eteričnih ulja i njihovih komponenti. Time bi se smanjila opasnost po okoliš i čovjeka što bi značajno smanjilo korištenje sintetičkih fungicida. Eterična ulja i njihove komponente moguće je dobiti iz velikog broja biljaka, a njihovo antifungalno djelovanje bilo bi moguće primijeniti u borbi protiv velikog broja uzročnika bolesti uzgajanih biljaka. Djelovanje ulja ovisi o velikom broju čimbenika što može uvjetovati različite učinke na pojedine uzročnike bolesti.

**Ključne riječi:** eterična ulja, uzročnici bolesti, uzgajane biljke

### Uvod

Gubitci na globalnoj razini u biljnoj proizvodnji, izazvani uzročnicima biljnih bolesti tijekom vegetacije kultiviranih biljaka mogu iznositi i do 12 % uzmu li se u obzir samo razvijene zemlje (Lee i sur., 2001.). Kako bi se obranile od uzročnika bolesti biljke su razvile mnogobrojne obrambene mehanizme, međutim, prirodni mehanizmi nisu dostatni te su biljke gotovo stalno izložene napadu uzročnika bolesti. Učestalo korištenje pesticida dovodi do rezistentnosti uzročnika bolesti, ali i rezidua u hrani ili tlu koji su štetni po čovjeka i okoliš (Paster i Bullerman, 1988., Arcury i sur., 2002.). Sintetički fungicidi koji se najviše koriste u suzbijanju fitopatogenih gljiva doprinose kvaliteti i povećanom prinosu usjeva, ali zbog već navedenih razloga nastoji se smanjiti njihova uporaba.

Alternativa su im različiti biljni spojevi i ekstrakti (Kishore i Pande, 2004.) poput eteričnih ulja i njihovih komponenti, a poznato je da više od 1300 biljaka sintetizira spojeve s antimikrobnim djelovanjem (Wilkins i Board, 1989.). Eterična ulja su aromatske tekućine koje se dobivaju iz biljnih dijelova različitim metodama (Burt, 2004.). Eterična ulja često sadrže velik broj komponenti. Najčešće do tri glavne komponente čine 90 % samoga ulja, dok su ostale, u velikom broju slučajeva, zastupljene s manje od 1% (Dorman i Deans, 2010.). Nastojanja su da eterična ulja i biljni ekstrakti postanu alternativa pri suzbijanju biljnih patogena jer su izvor biološki aktivnih spojeva što može dovesti do razvoja novih, sigurnijih načina zaštite biljaka od uzročnika bolesti (Al-Reza i sur. 2010., Veloz- Garcia i sur., 2010.). Ovaj način zaštite se sve više istražuje zbog niske toksičnosti za konzumente i ekološke prihvatljivosti (Lee i sur., 2007.). Veći broj eteričnih ulja biljnog porijekla pokazao je dobro djelovanje protiv širokog spektra fitopatogenih gljiva u



*in vivo* i *in vitro* uvjetima (Baruah i sur., 1996., Caccioni i sur., 1998., Reddy i sur. 1998., Sharma i Verma, 2004.). Također je utvrđeno pozitivno djelovanje ulja na smanjenje produkcije mikotoksina (Tahmasebi i sur., 2012.). Treba napomenuti da djelovanje eteričnih ulja ovisi o kemijskom sastavu samog ulja, primijenjenoj koncentraciji ulja, ali i o podneblju iz kojeg bilja dolazi, kao i o okolišnim i agroekološkim uvjetima rasta same biljke (Dorman i Deans, 2000.).

### Utjecaj eteričnih ulja na razvoj gljiva u *in vitro* uvjetima

Utjecaj eteričnih ulja i njihovih komponenti na porast micelija, produkciju i klijavost spora i dužinu kličnih cijevi u *in vitro* uvjetima istraživali su brojni znanstvenici. Neka ulja imaju slabije ili jače antifungalno djelovanje u *in vitro* uvjetima protiv većeg broja uzročnika biljnih bolesti dok pojedina ulja imaju stimulativni utjecaj na rast micelija nekih fitopatogenih gljiva (Al-Reza i sur., 2010., Čosić i sur., 2010., Lee i sur., 2007., Singh i sur., 1992., Sukkata i sur., 2008.).

Čosić i sur. (2010.) proveli su ispitivanje na 14 uzročnika biljnih bolesti koristeći 11 vrsta eteričnih ulja. Utvrdili su da ulje timijana ima vrlo jak antifungalni učinak na trinaest ispitanih uzročnika bolesti te je u potpunosti inhibiralo rast micelija *Diaporthe helianthi*, *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* i *Phomopsis viticola*. U sastavu timijana najveći udio imaju timol (45 – 48 %) i p-cimen (18,5 – 21,5 %). Od ostalih ispitivanih ulja, dobar antifungalni učinak imali su ulje lista cimeta, klinčićevac te anis. Eterično ulje lista cimeta pokazalo je odlične rezultate kod pet uzročnika bolesti. Potpuna inhibicija utvrđena je za *D. phaseolorum* var. *caulivora*, *D. helianthi* i *P. viticola* dok je isto ulje gotovo u potpunosti (98,23 %) inhibiralo rast micelija *Phomopsis longicolla*. Utvrđena inhibicija za *Colletotrichum coccodes* iznosila je 90 %. Najveći udio u sastavu ulja lista cimeta otpada na eugenol (Wang i sur., 2010.). Za razliku od navedenih, eterična ulja kadulje, bora i gorke naranče stimulirala su porast micelija nekoliko ispitivanih gljiva.

Eterično ulje i ekstrakti iz biljke noćni jasmin nepovoljno utječu na rast *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum capsici*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* i *Sclerotinia sclerotiorum*. Navedeno ulje inhibira porast micelija ispitivanih gljiva do 80 % (Al-Reza i sur., 2010.).

*In vitro* istraživanje koje su proveli Lee i sur. (2007.) s pet uzročnika biljnih bolesti (*B. cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani*) pokazalo je da od 39 ispitanih ulja, eterično ulje origana ima najjače antifungalno djelovanje pri čemu je inhibiralo porast micelija za 55 do 93 %. Ulja eukaliptusa i kumina su također imala dobar učinak pri čemu se inhibicija porasta micelija kretala između 50 % i 91 % odnosno između 41 % do 83 %.

Singh i sur. (1992.) utvrdili su negativni utjecaj eteričnog ulja slatke naranče na velik broj uzročnika biljnih bolesti. Utvrđeno je jako antifungalno djelovanje na *Helminthosporium oryzae*, *F. oxysporum*, *Fusarium vudum*, *Fusarium moniliforme*, dok je potpuna inhibicija rasta micelija utvrđena za *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *R. solani*, *Pythium debaryanum*, *C. gloeosporioides*.

Suprotno navedenom, Lee i sur. (2007.) utvrdili su da ulje slatke naranče nije imalo inhibitorni učinak na razvoj gljiva *F. oxysporum*, *C. gloeosporioides*, *R. solani*, *B. cinerea* i *P. ultimum*, što potvrđuje tezu o utjecaju velikog broja čimbenika na učinak eteričnih ulja.

Novak (2012.) je utvrdila da ulje klinčićevca značajno smanjuje klijavost konidija i dužinu kličnih cijevi gljive *Passalora fulva* dok je ulje lista cimeta imalo najslabiji antifungalni učinak na klijavost konidija iste gljive.



### Utjecaj eteričnih ulja na razvoj gljiva u *in vivo* uvjetima

U odnosu na istraživanja u *in vitro* uvjetima, utjecaj eteričnih ulja na razvoj gljiva u *in vivo* uvjetima istraživao je manji broj znanstvenika. Najbolje antifungalno djelovanje imala su ulja magnolije (*Magnolia liliflora*), drva eukaliptusa (*Eucalyptus citriodora*), noćnog jasnima (*Cestrum nocturnum*), komorača (*Foeniculum vulgare*), origana (*Origanum syriacum* var. *bevanii*), limunske trave (*Cymbopogon citratus*) te bosiljka (*Ocimum basilicum* i *Ocimum gratissimum* (Al-Reza i sur., 2010., Bajpai i Kang, 2012., Fandohan i sur., 2004., Lee i sur., 2007., Soylu i sur., 2007.).

Bajpai i Kang (2012.) utvrdili su u *in vivo* uvjetima 100 % inhibiciju razvoja *P. capsici* na paprici uzgojenom u stakleniku pri primjeni ulja magnolije (*Magnolia liliflora*). Al-Reza i sur. (2010.) su dobili slične rezultate pri aplikaciji eteričnog ulja noćnog jasmina (*Cestrum nocturnum*).

Lee i sur. (2007.) su utvrdili da ulje eukaliptusa (*Eucalyptus citriodora*) ima jako negativno djelovanje na porast micelija gljive *B. cinerea* te da inhibicija raste povećanjem doze ulja.

*In vivo* testom provedenim na kukuruzu koji je umjetno zaražen gljivom *Fusarium verticillioides* utvrđena su značajna inhibitorna svojstva ulja limunske trave (*Cymbopogon citratus* i bosiljka (*Ocimum basilicum* and *Ocimum gratissimum*) (Fandohan i sur., 2004.).

Soylu i sur. (2007.) navode da ulja origana i komorača smanjuju rast *Sclerotinia sclerotiorum* na rajčici do 68,9 %.

### Zaključak

Unatoč širokom rasponu i jakom djelovanju na uzročnike biljnih bolesti, eterična ulja još uvijek nemaju praktičnu primjenu u zaštiti bilja. Neki od razloga su: visoka cijena dobivanja ulja što utječe na njihovu znatno višu cijenu u odnosu na sintetičke fungicide, nedovoljno istraženo djelovanje svih komponenti koja su u sastavu eteričnih ulja te uglavnom visoke doze neophodne za zadovoljavajuću učinkovitost. Međutim, eterična ulja predstavljaju odličan izvor komponenti koje se potencijalno mogu iskoristiti za proizvodnju novih, ekološki prihvatljivih fungicida.

### Literatura

1. Al-Reza, S. M., Rahman, A., Ahmed, Y., Kang, S. C. (2010.). Inhibition of Plant Pathogens *In Vitro* and *In Vivo* with Essential Oil and Organic Extracts of *Cestrum nocturnum* L. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 96: 86-92.
2. Arcury, T. A., Quandt, S. A., Russell, G. B. (2002.). Pesticide Safety Among Farmworkers: Perceived Risk and Perceived Control as Factors Reflecting Environmental Justice. *Environ. Health Perspect.*, 110: 233-240.
3. Bajpai, V. K., Kang, S. C. (2012) *In vitro* and *in vivo* inhibition of plant pathogenic fungi by essential oil and extracts of *Magnolia liliflora* Desr. *J. Agr. Sci. Tech.* 14, 845-856.
4. Baruah, P., Sharma, R. K., Singh, R. S., Ghosh, A. C. (1996.). Fungicidal activity of some naturally occurring essential oil against *Fusarium moniliforme*. *J. Essent. Oil Res.* 8: 411-441.
5. Burt, S. (2004.). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review, *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223–253.
6. Caccioni, D. R. L., Guizzardi, M., Biondi, D. M., Renda, A., Ruberto, G. (1998.). Relationship between volatile components of Citrus fruits essential oil and antimicrobial action on *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*. *Int. J. Food Microbiol.* 43: 73-79
7. Cosic, J., Vrandecic, K., Postic, J., Jurković, D., Ravlić, M. (2010) *In vitro* antifungal activity of essential oils on growth of phytopathogenic fungi. *Poljoprivreda* 16(2), 25-28.
8. Dorman, H. J. D., Deans, S. G. (2000) Antimicrobial agents from plants: Antimicrobial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* 88, 308-316.

9. Fandohan, P., Gbenou, J. D., Gnonlonfin, B., Hell, K., Marasas, W. F. O., Wingfield, M. J. (2004) Effect of essential oils on the growth of *Fusarium verticillioides* and Fumonisin contamination in corn. *J. Agric. Food Chem.* 52, 6824-6829.
10. Harris, R. (2002.): Progress with superficial mycoses using essential oils, *International Journal of Aromatherapy*, 12: 83-91.
11. Kishore, G. K., Pande, S., Harish, S. (2007.): Evaluation of Essential Oils and Their Components for Broad-Spectrum Antifungal Activity and Control of Late Leaf Spot and Crown Rot Diseases in Peanut, *Plant Disease*, 91(4): 375-379.
12. Lee, S. E., Kim, J. E., Lee, H. S. (2001.). Insecticide resistance in increasing interest. *Agri. Chem. Biotechnol.*, 44: 105-112
13. Lee, S. O., Choi, G. J., Jang, K. S., Lim, H. K., Cho, K. Y., Kim, J. C. (2007.). Antifungal activity of five plant essential oils as fumigant against post-harvest and soil borne plant pathogenic fungi. *Plant Pathol. J.* 23: 97-102.
14. Novak, A. (2012) Karakterizacija patotipova gljivice *Passalora fulva* (Cooke) U. Braun & Crous uzročnika barsunaste plijeni lista rajčice u Hrvatskoj. PhD thesis. Faculty of Agriculture in Osijek.
15. Paster, N. Bullerman, L. B. (1988.). Mould Spoilage and Mycotoxin Formation in Grains as Controlled by Physical Means. *Int. J. Food Microbiol.*, 7: 257-265.
16. Reddy, M. V., Angers, P., Gosselin, A. (1998.). Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* in strawberries fruits. *Phytochemistry*, 47: 1515-1520.
17. Sharma, N., Verma, U. K. (2004.). Bioactivity of *Hyptis suaveolens* on storage mycoflora. In „International Conference on Fumigation and Controlled Atmosphere“. Conrad Jupiters, Gold coast, Australia, p. 55.
18. Singh, G., Upadhyay, R. K., Narayanan, C. S., Padamkumari, K. P., Rao, G. P. (1992.), Fungitoxic activity of volatile oils od *Hyptis suaveolens*, *Fitoterapia*, 1992, 63, 462.
19. Soylu, S., Yigitbas, H., Soylu, E. M., Kurt, S. (2007) Antifungal effects of essential oils from oregano and fennel on *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Applied Microbiology* 103, 1021-1030.
20. Sukatta, U., Haruthaithanasan, V., Chantaranant, W., Dilokkunanaut, U., Suppakul, P. (2008) Antifungal activity of clove and cinnamon oil and their synergistic against postharvest decay fungi of grape *in vitro*. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 42, 169-174.
21. Tahmasebi, A., Andi, S. A., Ahmadi, M. R., Ghods Alavi, B. S., Tahmasebi, A. (2012.). Inhibitory effect of essential oils of *Scerorhachis platyrachis* and *Sclerorhachis leptoclada* on phytopathogenic fungi. *Int. J. of AgriScience* Vol. 2(1): 48-53.
22. Veloz-Garcia, R., Marin-Martinez, R., Veloz-Rodriguez, R., Rodriguez-Guerra, R., Torres-Pacheco, I., Monzalez-Chavira, M. M., Anaya-Lopez, J. L., Guevara-Olvera, L., Feregrino-Perez, A. A., Loarca-Pina, G., Guevara-Gonzalez, R. G. (2010.). Antimicrobial Activities of Cascalote (*Caesalpinia cacalaco*) Phenolics- Containing Extract against Fungus *Colletotrichum Lindemuthianum*. *Ind. Crops Prod.* 31: 134-138.
23. Wang, C., Zhang, J., Chen, H., Fan, Y., Shi, Z. (2010): Antifungal activity of eugenol against *Botrytis cinerea*. *Tropical Plant Pathology* 35(3): 137-143.
24. Wilkins, K. M., Board, R. G. (1989.): Natural antimicrobial systems, U: Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures, Gould, G.W. (ur.), Elsevier, London.

## Impact of essential oils on fungal pathogens of cultivated plants

### **Abstract**

The use of synthetic fungicides can increase the quality and yield of crops, but also may cause resistance of certain pathogens, and pesticide residues can cause damage to human health and the environment. The tendency is to make greater use of alternative forms of protection, plant compounds and extracts such as essential oils and their components. This would reduce the risk to the environment and people, and lead to the gradual termination of use of synthetic fungicides. Essential oils and their components can be obtained from a large number of plants and their antifungal characteristics can be applied to a large number of pathogens of cultivated plants. Effect of oil depends on a number of factors and therefore has different effects on different plant pathogens.

**Key words:** essential oils, plant pathogens, cultivated plants

## Primjena ultrazvuka za homogenizaciju micelija plijesni *Aspergillus flavus*

Tihomir Kovač, Bojan Šarkanj, Ivica Strelec

*Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,, Franje Kuhača 18, Osijek, Hrvatska, e-mail: Tihomir.Kovac@ptfos.hr*

### Sažetak

Cilj istraživanja bio je odrediti mogućnost primjene ultrazvuka za razbijanje micelija plijesni *Aspergillus flavus* NRRL 3251 predobrađenog kvarcnim pijeskom, enzimskom razgradnjom stanične stijenke lizozimom te njihovom kombinacijom. Ispitan je utjecaj vremena provedbe ultrazvučne homogenizacije te ciklusa i amplitude ultrazvučnog vala. Učinkovitost ultrazvučne homogenizacije je praćena svjetlosnom mikroskopijom, određivanjem količine ekstrahiranih proteina i aktivnosti katalaze. Predobrada micelija kombinacijom kvarcnog pijeska i razgradnje stanične stijenke lizozimom pokazala se najučinkovitijim pristupom za ultrazvučnu homogenizaciju micelija plijesni. Pronađeno je da je optimalno vrijeme ultrazvučne homogenizacije pet minuta, a karakteristike ultrazvučnog vala su puni ciklus i maksimalna amplituda.

**Ključne riječi:** ultrazvučno razbijanje, *Aspergillus flavus* NRRL 3251, kvarcni pijesak, lizozim

### Uvod

Prilikom razbijanja mikrobnih stanica u svrhu oslobađanja unutarstaničnog sadržaja upotrebljavaju se različite metode. Ugrubo se svrstavaju u mehaničke i kemijske metode. Svaka metoda ima prednosti i nedostatke te se niti jedna ne primjenjuje prilikom razbijanja svih vrsta mikrobnih stanica. Izbor prikladne metode ponajprije ovisi o svojstvima i vrsti mikrobnog stanice te konačnoj primjeni ekstrakta, a moguće je primijeniti kombinaciju i više metoda odjednom (Dennison, 2002.).

Jedna od karakteristika mikrobnih stanica koja znatno otežava razbijanje je postojanje stanične stijenke, a upravo plijesni sadrže čvrstu i elastičnu stjenku (Damweld, 2005.). Stoga postoji potreba za razvojem metode i/ili kombinacije metoda kojima bi se micelij plijesni mogao učinkovito razbiti.

Metoda koja bi se mogla primijeniti u razbijanju micelija plijesni je ultrazvučna homogenizacija koja se pokazala učinkovitom u razbijanju kvasaca (Posch, 2008., Lörincz, 2004.). Stoga je cilj ovog istraživanja odrediti primjenjivost ultrazvuka u razbijanju micelija plijesni *Aspergillus flavus* NRRL 3251 te odrediti optimalne uvjete ultrazvučnog razbijanja potrebne za potpuno oslobađanje unutarstaničnog sadržaja do stupnja pri kojem ne dolazi do denaturacije proteina i gubitka aktivnosti katalaze.

## Materijal i metode

Submerzni uzgoj micelija plijesni *Aspergillus flavus* NRRL 3251 je proveden u GMS podlozi (mikrobiološka hranjiva podloga s glukozom i mineralima) tijekom četiri dana pri 29 °C na orbitalnoj tresilici pri 200 o/min (Yu i sur., 2003.), a po završetku četverodnevne inkubacije micelij je profiltriran kroz nabrani filter papir te korišten za analize.

Predobrada micelija plijesni *A. flavus* NRRL 3251 je provedena kvarcnim pijeskom, enzimskom razgradnjom stanične stijenke lizozimom te njihovom kombinacijom. Predobrada kvarcnim pijeskom provedena je miješanjem 100 mg micelija, 100 mg kvarcnog pijeska i 1 mL pufera za ekstrakciju (100 mM natrijev fosfatni pufer, pH=6,5) u plastičnoj epruvetici tijekom 1 minute na vortex miješalici. Enzimska razgradnja stanične stijenke lizozimom je provedena inkubacijom 100 mg micelija u 1 mL otopine enzima (2,7 mg lizozima/mL pufera za ekstrakciju; ekvivalentno 50 000 U/mL) tijekom 40 minuta pri 30 °C. Kombinacija predobrade micelija plijesni *A. flavus* NRRL 3251 kvarcnim pijeskom i enzimske razgradnje stanične stijenke lizozimom provedena je vorteksiranjem 100 mg micelija sa 100 mg kvarcnog pijeska u 1 mL otopine enzima (50 000 U/mL) tijekom 1 minute te inkubacijom pri 30 °C tijekom 40 minuta.

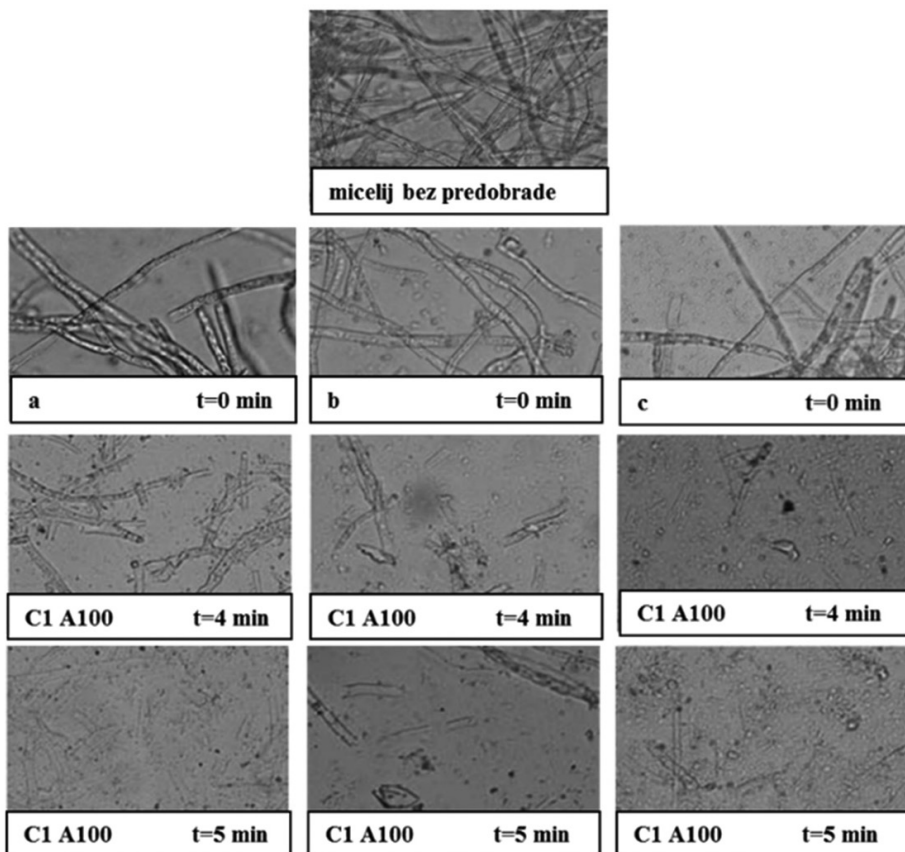
Uzorci micelija plijesni *A. flavus* NRRL 3251 predobrađeni na sva tri načina su podvrgnuti ultrazvučnom razbijanju ultrazvučnim procesorom (Sartorius, Labsonic M – radna frekvencija 30 kHz, maksimalna amplituda 220 µm) s ultrazvučnom sondom (titan, promjer 2 mm) tijekom od 1 do 5 minuta uz konstantno hlađenje u ledenoj kupelji i jednominutno mirovanje nakon svake minute razbijanja. Razbijanje ultrazvukom je provedeno pri različitim kombinacijama ciklusa i amplituda ultrazvučnog vala (amplitude od 30, 60 i 100 % uz cikluse 0, 6 i 1).

Po završetku ultrazvučnog razbijanja provedena je mikroskopska analiza razbijenosti micelija plijesni *A. flavus* NRRL 3251 binokularnim mikroskopom BX41 s digitalnom kamerom DP-12 (Olympus) pri povećanju od 400 puta.

Ekstrakt dobiven nakon predobrade i razbijanja primjenom ultrazvuka je izbistren centrifugiranjem pri 15000 x g/20 min/4 °C i korišten za određivanje koncentracije proteina i aktivnosti katalaze. Koncentracija proteina je određena primjenom metode prema Bradfordu (1976.), a aktivnost katalaze metodom po Reverberi-u i sur. (2005.).

## Rezultati i rasprava

Mikroskopska analiza razbijenosti micelija (Slika 1.) pokazala je da se najveća dezintegriranost micelija postiže pri punom ciklusu i maksimalnoj amplitudi ultrazvučnog vala nakon 5 minuta ultrazvučne homogenizacije, pri sva tri načina predobrade micelija plijesni. Obzirom da mikroskopska analiza nije kvantitativni pokazatelj razbijenosti micelija, provedena je analiza količine proteina i aktivnosti katalaze u pripremljenim ekstraktima kako bi se potvrdili najoptimalniji uvjeti ultrazvučne homogenizacije.

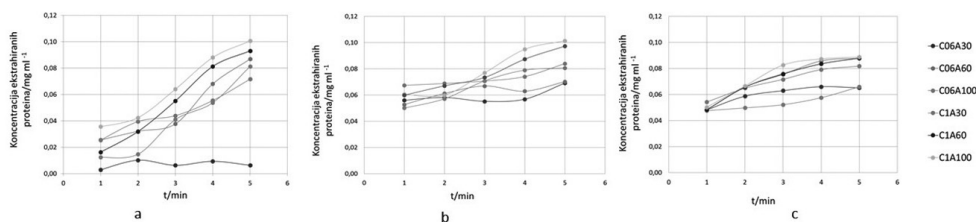


Slika 1. Mikroskopska analiza dezintegriranosti micelija plijesni *A. flavus* NRRL 3251. U prvom redu micelij prije predobrade, stupac a) micelij nakon predobrade kvarcnim pijeskom, stupac b) micelij nakon predobrade enzimskom razgradnjom lizozimom, stupac c) micelij nakon predobrade kombinacijom kvarcnog pijeska i enzimske razgradnje lizozimom.

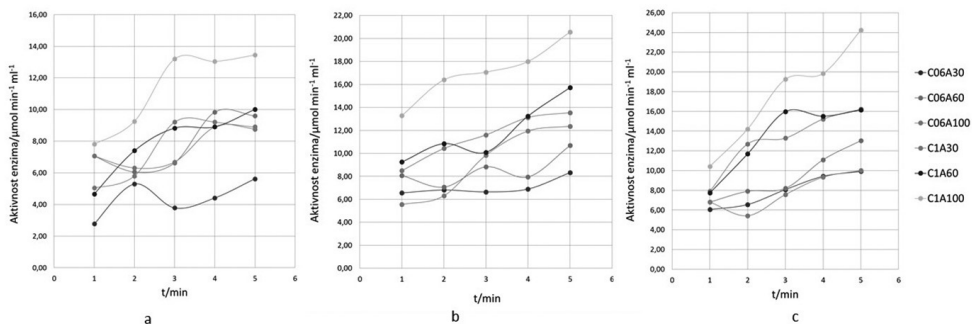
Usporedbom količine ekstrahiranih proteina te aktivnosti katalaze u ekstraktima (Grafikon 1., Grafikon 2.) može se uočiti da se maksimalna količina proteina i aktivnost katalaze postiže primjenom punog ciklusa i najviše amplitude ultrazvučnog vala (C1, A 100 %) u sva tri slučaja predobrade micelija, i to nakon 5 minuta ultrazvučne homogenizacije. Time su ujedno potvrđeni i rezultati mikroskopske analize dezintegriranosti micelija.

Kada se različite vrste predobrade micelija usporede prema količini ekstrahiranih proteina (Grafikon 1.) uočava se da se primjenom sva tri tipa predobrade nakon 5 minuta ultrazvučne homogenizacije pri punom ciklusu i maksimalnoj amplitudi ultrazvučnog vala postiže podjednaka koncentracija proteina u ekstraktima. Primjenom drugih kombinacija ciklusa i amplitude ultrazvučnog vala postiže se niža koncentracija ekstrahiranih proteina. Ovo upućuje da su optimalni uvjeti ultrazvučnog razbijanja micelija plijesni puni ciklus, maksimalna amplituda ultrazvučnog vala te vrijeme ultrazvučnog razbijanja od 5 minuta.

Maksimalna aktivnost katalaze u ekstraktima (Grafikon 2.) također je zabilježena nakon 5 minuta ultrazvučne homogenizacije pri punom ciklusu i maksimalnoj amplitudi ultrazvučnog vala pri sva tri tipa predobrade, dok je primjenom drugih kombinacija ciklusa i amplituda aktivnost katalaze bila niža (Grafikon 2.). Kada se aktivnosti katalaze u ekstraktima pripremljenim pri optimalnim uvjetima razbijanja ( $C=1$ ;  $A = 100\%$ ,  $t = 5\text{ min}$ ) usporede obzirom na način predobrade micelija plijesni, tada se uočava da se najviša aktivnost katalaze postiže u ekstraktima pripremljenim predobradom micelija kombinacijom kvarcnog pijeska i enzimske razgradnje stanične stijenke lizozimom. Ovo upućuje da ovaj tip predobrade micelija plijesni *A. flavus* NRRL 3251 predstavlja najbolji pristup za ultrazvučnu homogenizaciju micelija plijesni.



Grafikon 1. Koncentracija proteina u ekstraktima nakon različitih uvjeta ultrazvučnog razbijanja uz predobradu micelija plijesni *A. flavus* NRRL 3251 a) kvarcnim pijeskom, b) enzimskom razgradnjom stanične stijenke lizozimom, c) kombinacijom predobrade kvarcnim pijeskom i enzimskom razgradnjom stanične stijenke lizozimom.



Grafikon 2. Aktivnost katalaze u ekstraktima nakon različitih uvjeta ultrazvučnog razbijanja uz predobradu micelija plijesni *A. flavus* NRRL 3251 a) kvarcnim pijeskom, b) enzimskom razgradnjom stanične stijenke lizozimom, c) kombinacijom predobrade kvarcnim pijeskom i enzimskom razgradnjom stanične stijenke lizozimom.

Tijekom optimizacije uvjeta za učinkovitu ultrazvučnu homogenizaciju potrebno je pronaći odgovarajuću kombinaciju uvjeta: ciklusa i amplitude ultrazvučnog vala, kao i potrebno vrijeme tijekom kojeg se homogenizacija provodi (Salazar, 2008.). Rezultati ovog istraživanja pokazuju da su optimalni uvjeti ultrazvučne homogenizacije micelija plijesni *A. flavus* NRRL 3251 puni ciklus ( $C=1s$ ) i maksimalna amplituda ultrazvučnog vala ( $A=100\%$ ), te vrijeme homogenizacije u trajanju od 5 minuta. Učinkovitost ultrazvučne homogenizacije se snižava primjenom nižih ciklusa ( $C=0,3\text{ s}$  i  $C=0,6\text{ s}$ ) i nižih amplituda ( $A=30\%$  i  $A=60\%$ ) ultrazvučnog vala što se ogleda u nižoj količini ekstrahiranih proteina (Grafikon 1.) i aktivnosti katalaze u ekstraktima

(Grafikon 2.). Vrijeme provedbe također je bitan parametar učinkovitosti ultrazvučne homogenizacije micelija plijesni *A. flavus* NRRL 3251. Naime, što se micelij plijesni duže izlaže ultrazvučnom valu, to se u ekstrakte oslobađa veća količina proteina i više katalaze (Grafikon 1., Grafikon 2.).

Na učinkovitost ultrazvučne homogenizacije stanica sa staničnom stijenkom znatan utjecaj mogu imati i načini predobrade stanica, bilo da se radi o mehaničkoj i kemijskoj predobradi ili njihovoj kombinaciji (Chaplin, 2004., Dennison, 2002.). Upravo se u slučaju rezultata ovog istraživanja kombinacija mehaničke i kemijske metode, odnosno predobrada micelija plijesni kombinacijom kvarcnog pijeska i enzimske razgradnje stanične stijenke lizozimom pokazala najučinkovitijom. Iako se na osnovi koncentracije proteina u ekstraktima (Grafikon 1.) nije moglo ustanoviti koji je od primijenjenih načina predobrade micelija najučinkovitiji, određivanjem aktivnosti katalaze (Grafikon 2.) upravo se najboljom pokazala kombinacija predobrade micelija kvarcnim pijeskom i enzimske razgradnje stanične stijenke lizozimom. Za razliku od toga, predobrade micelija plijesni samo lizozimom ili kvarcnim pijeskom pokazale su se manje učinkovitim, pogotovo u slučaju određivanja aktivnosti katalaze (Grafikon 2.). Razbijanje suspenzije micelija plijesni i kvarcnog pijeska ultrazvukom je pospješena mehanička metoda razbijanja koja uz nastajanje kavitacija uslijed prisutnosti ultrazvučnih valova koristi i zrnca pijeska koja mehanički trgaju staničnu stijenku. No, čini se da mehaničko razbijanje stanične stijenke plijesni nije dovoljno učinkovito zbog njene velike čvrstoće i elastičnosti. Enzimska razgradnja stanične stijenke lizozimom koji hidrolizira  $\beta$ -(1,4)-glikozidne veze između N-acetilglukozamina ili N-acetilmuramične kiseline, svakako se pokazuje boljom metodom predobrade u usporedbi sa kvarcnim pijeskom, ali se kombinacija ovim dviju metoda predobrade pokazuje najboljom. Naime, u ovom se slučaju uz enzimsku razgradnju stanične stijenke iskoristio potencijal čestica kvarcnog pijeska koje su se tijekom ultrazvučne obrade zabijale u staničnu membranu i u kombinaciji sa kavitacijama dovele do pucanja stanične membrane te oslobađanja unutarstaničnog sadržaja.

## Zaključak

Ultrazvučna homogenizacija može se primijeniti za razbijanje micelija plijesni *A. flavus* NRRL 3251 uz prethodnu predobradu micelija plijesni kombinacijom kvarcnog pijeska i enzimske razgradnje stanične stijenke lizozimom. Optimalno vrijeme ultrazvučne homogenizacije iznosi pet minuta, a karakteristike ultrazvučnog vala su puni ciklus i maksimalna amplituda.

## Literatura

1. Bradford, M. M. (1976): A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
2. Chaplin, M. (2004): Ultrasonic cell disruption. <http://www1.lsbu.ac.uk/biology/enztech/ultrasonic.html> (22.03.2010.).
3. Damweld, R. (2005): The cell wall of filamentous fungus *Aspergillus niger*. Doktorska disertacija. Institute of biology, Faculty of mathematics and natural sciences, Leiden University, Leiden.
4. Dennison, C. (2002): Chapter 2. In *A guide to protein isolation*. Kluwer Academic Publishers, New York.
5. Lörcincz, A. (2011): Ultrasonic cellular disruption of yeast in water-based suspensions. *Biosystems Engineering*, 89 (3), 297–308.
6. Omar, S., Sabry, A. (1991): Microbial biomass and protein production from whey. *Journal of Islamic Academy of Sciences*, 4 (2), 170-172.
7. Posch, A. (2008): Mechanical/Physical methods of cell disruption and tissue homogenization. In *2D PAGE: Sample preparation and fractionation*. Volume 1. Humana Press, Totowa.



8. Reverberi, M., Fabbri, A. A., Zjalić, S., Ricelli, A., Punelli, F., Fanelli, C. (2005): Antioxidant enzymes stimulation in *Aspergillus parasiticus* by *Lentinula edodes* inhibits aflatoxin production. Applied Microbial and Cell Physiology, 69, 207-215.
9. Salazar, O. (2008): Bacteria and yeast cell disruption using lytic enzymes. In 2d page: Sample preparation and fractionation. Volume 1. Human Press, Totowa.
10. Yu, J., Mohawed, S. M., Bhatnagar, D., Cleveland, T. E. (2003): Substrate-induced lipase gene expression and aflatoxin production in *Aspergillus parasiticus* and *Aspergillus flavus*. Journal of Applied Microbiology, 95, 1334-1342.

## Applicability of ultrasound in disintegration of *Aspergillus flavus* mycelium

### Abstract

Applicability of ultrasonic disintegration of *Aspergillus flavus* NRRL 3251 mycelium pre-treated by quartz sand homogenization, cell wall lysozyme degradation and by their combination was investigated. Optimization included examination of ultrasonic disintegration duration, as well as different combination of ultrasonic wave cycle and amplitude. Microscopic analysis, protein quantification and determination of catalase activity were used for monitoring of disintegration efficiency. Pre-treatment of *A. flavus* NRRL 3251 mycelium using combination of quartz sand homogenization and lysozyme degradation of cell wall was found the most effective. Optimal time for ultrasonic disintegration was 5 min, with full cycle and maximal amplitude.

**Key words:** ultrasonic disintegration, *Aspergillus flavus* NRRL 3251, quartz sand, lysozyme

## Korovna flora u vinogradima Vinogorja Zapadna Istra

Vesna Kovačević<sup>1</sup>, Marin Tomičić<sup>2</sup>, Miren Mulvaj Kopani<sup>2</sup>, Edita Štefanić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Veleučilište u Rijeci, Poljoprivredni odjel u Poreču, Carla Huguesa 6, Poreč, Hrvatska, e-mail: vesna.kovacevic@veleri.hr

<sup>2</sup>Student, Veleučilište u Rijeci, Poljoprivredni odjel u Poreču, Carla Huguesa 6, Poreč, Hrvatska

<sup>3</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Korovna flora istraživana je u deset vinograda, 5 na staništima uz obalu i 5 na staništima u unutrašnjosti vinogorja Zapadna Istra s ciljem inventarizacije i analize korovnih vrsta. Sveukupno je utvrđena 131 vrsta iz 41 porodice. Širokolisnim korovima (razred *Magnoliatae*) pripada 113 vrsta (86,26 %). Vinogradi u unutrašnjosti Vinogorja bogatiji su vrstama, pronađeno je 105 vrsta iz 36 porodica, dok je u vinogradima uz obalu pronađena 91 vrsta iz 32 porodice. Porodice *Fabaceae*, *Poaceae* i *Asteraceae* najbrojnije su vrstama. Vrste *Convolvulus arvensis* L., *Geranium dissectum* L., *Lactuca serriola* L. i *Sonchus oleraceus* L. najučestalije su i na staništima uz obalu i u unutrašnjosti vinogorja. Na staništima uz obalu s visokom učestalošću javljaju se i vrste *Cenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Portulaca oleracea* L., *Poa annua* L. i *Sonchus asper* L., a na staništima u unutrašnjosti Vinogorja vrste *Alopecurus myosuroides* Huds., *Stellaria media* (L.) Vill. *Papaver rhoas* L., *Sonchus arvensis* L. i *Tragopogon pratensis* L. U spektru životnih oblika dominiraju terofiti (60 %) i hemikriptofiti (25 %).

**Ključne riječi:** korovna flora, vinogradi, Zapadna Istra

### Uvod

Korovi su sve biljke koje rastu tamo gdje nisu poželjne jer su kompetitori kulturi koja je cilj uzgoja. U vinogradima kompeticijski odnosi su manje izraženi u starijim nasadima u punoj rodnosti. U mladim nasadima korovi nanose velike štete vinovoj lozi (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) budući da rastu brže i oduzimaju joj vodu, hranjiva, prostor i svjetlo. Svojim negativnim djelovanjem na rast i razvoj vinove loze, mogu utjecati i na kvalitetu vina. Na primjer, vrsta *Cirsium arvense* L. utječe na slabo dozrijevanje grožđa, dok vrste *Calystegia sepium* L. ili *Convolvulus arvensis* L. mogu „gušiti“ mladice vinove loze i spriječiti njihov rast (Karoglan Kontić i sur., 1999.). Međutim, korovi u vinogradu ne moraju nužno biti štetni, tako neke vrste kao *Glechoma hederacea*, *Stellaria media* (L.) Vill. i *Trifolium repens* L. štite tlo od erozije, pokorice i prevelike evaporacije (Hulina, 1998.). Agrotehničke mjere jako utječu na dinamiku rasta i sastav korovne flore u vinogradu, tako da se može razlikovati korovna flora intenzivnih i ekstenzivnih nasada (Ostojić, 1998.). Vinogradi su monokulture, zbog čega je u njima raznolikost vrsta najčešće smanjena u odnosu na prirodne ekosustave istog područja (Pajač Živković i sur., 2012.). U novije vrijeme završavanje vinograda smatra se najpoželjnijom mjerom sa stanovišta očuvanja plodnosti tla i

povećanja bioraznolikosti vrsta. Povećana bioraznolikost je jedan od osnovnih mehanizama samoregulacije ekosustava u ekološkoj proizvodnji (Karoglan Kontić i Karoglan Todorović, 1996.). Zatravljanje vinograda nema negativan utjecaj na kvalitetu grožđa niti na kvalitetu vina (Karoglan Kontić i sur., 1999.). Istraživanja korovne flore na poljoprivrednim površinama u Istri su malobrojna (Kovačević, 1966., Dubravec i Šegulja, 2005., Britvec i sur., 2005., Vitasović Kosić i sur., 2006.), dok u vinogradima nisu provođena. Istra je značajno vinogradarsko područje podijeljeno na tri vinogorja – vinogorje Istočna Istra, Vinogorje Centralna Istra i Vinogorje Zapadna Istra. Budući da nema podataka o korovima vinograda u Istri cilj ovoga istraživanja bio je inventarizirati i analizirati sastav korovne flore u vinogradima Vinogorja Zapadna Istra.

## Materijal i metode

Korovna flora vinograda istraživana je u lipnju 2013. godine u deset vinograda. Pet se nalazilo uz obalu na području Rovinja, Vrsara, Poreča, Novigrada i Umaga, a pet u unutrašnjosti Vinogorja na području Brtonigle, Buja, Kaštelira, Vižinade i Grožnjana. Vinogradi uz obalu smješteni su na nadmorskim visinama do 25 m, a u unutrašnjosti između 100 i 200 m. Svi vinogradi su obrađeni, osim vinograda u Grožnjaju, koji je zatravljen. Vinogradi uz obalu nalaze se na vapnenačkoj podlozi s tipičnom crvenicom, s izuzetkom vinograda u Umagu koji se nalazi na smeđem tlu. U unutrašnjosti vinogradi su podignuti na flišnim tlima.

U svakom vinogradu napravljeno je po deset snimaka. Za determinaciju svojiti korišteni su različiti atlasi i priručnici (Dubravec i Dubravec 2002., Dubravec i Šegulja 2005., Knežević 2006., Kovačić i sur. 2008., Pericin 2001., Šarić 1978.). Životni oblici određeni su prema Raunkieru. Imena svojiti usklađena su prema bazi podataka „Flora Croatica Database“ (Nikolić, 2014.). Stupanj učestalosti (nazočnosti) određen je po Braun-Blanquetu (prema Šegulja i Hršak 1988.).

## Rezultati i rasprava

U vinogradima Vinogorja Zapadna Istra utvrđena je ukupno 131 vrsta raspoređena u 96 rodova i 41 porodicu (Tablica 1.). Najveći broj vrsta (65) nalazi se i u vinogradima uz obalu i u vinogradima u unutrašnjosti vinogorja. U vinogradima u unutrašnjosti vinogorja zabilježeno je 40 vrsta koje ne dolaze uz obalu, a u vinogradima uz obalu zabilježeno je 26 vrsta koje se ne javljaju u unutrašnjosti vinogorja.

Dominiraju širokolisni korovi (razred *Magnoliatae*) sa 113 vrsta (86,26 %), dok su uskolisni korovi (razred *Liliatae*) zastupljeni sa 18 vrsta (13,74 %). Najbrojnija vrstama je porodica *Fabaceae* sa 20 vrsta (15,27 %). Slijede porodice *Poaceae* sa 14 (10,69 %), *Asteraceae* sa 10 (7,63 %), te *Cichoriaceae* sa 8 (6,11 %) i *Brassicaceae* sa 7 vrsta (5,34 %).

Tablica 1. Taksonomska analiza flore u vinogradima Vinogorja Zapadna Istra

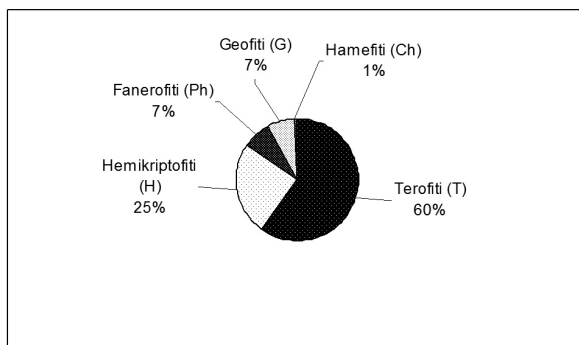
Razred	<i>Magnoliatae</i>	<i>Liliatae</i>	Ukupno
Porodica	37	4	41
Rod	82	14	96
Vrsta	113	18	131
Udio (%) vrsta u ukupnoj flori	86,26	13,74	

S visokom učestalošću na oba staništa zabilježene su vrste *Convolvulus arvensis* L., *Geranium dissectum* L., *Lactuca serriola* L. i *Sonchus oleraceus* L. Uz ove vrste na lokacijama uz obalu s visokom učestalošću javljaju se i *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Portulaca oleracea* L., *Poa annua* L. i *Sonchus asper* L., a u unutrašnjosti vinogorja *Alopecurus myosuroides* Huds., *Stellaria media* (L.) Vill. *Papaver rhoeas* L., *Sonchus arvensis* L. i *Tragopogon pratensis* L. (Tablica 2.).

Tablica 2. Najučestalije korovne vrste u vinogradima Vinogorja Zapadna Istra (stupanj V – vrsta se nalazi u 80 – 100 % snimaka; stupanj IV – vrsta se nalazi u 60 – 80 % snimaka)

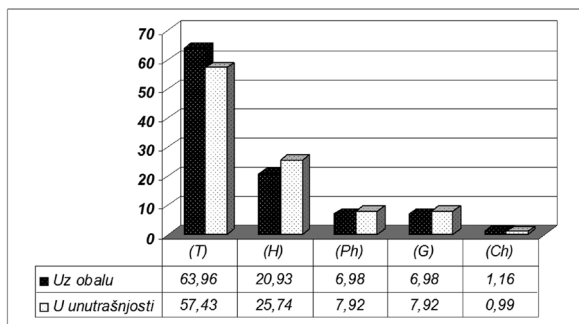
Vinogradi uz obalu		Vinogradi u unutrašnjosti vinogorja	
Vrsta	Stupanj učestalosti	Vrsta	Stupanj učestalosti
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	V	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	V
<i>Chenopodium album</i> L.	V	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	V
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	V	<i>Lactuca serriola</i> L.	V
<i>Portulaca oleracea</i> L.	V	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	V
<i>Poa annua</i> L.	V	<i>Geranium dissectum</i> L.	V
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	V	<i>Papaver rhoeas</i> L.	V
<i>Geranium dissectum</i> L.	V	<i>Sonchus arvensis</i> L.	V
<i>Lactuca serriola</i> L.	V	<i>Tragopogon pratensis</i> L.	V
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	V	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	IV
<i>Senecio vulgaris</i> L.	IV	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	IV
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	IV	<i>Avena fatua</i> L.	IV
<i>Malva sylvestris</i> L.	IV	<i>Crepis</i> sp.	IV
<i>Sonchus arvensis</i> L.	IV	<i>Quercus</i> sp.	IV
<i>Tragopogon pratensis</i> L.	IV	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	IV
<i>Vicia sativa</i> L.	IV	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	IV
<i>Hordeum murinum</i> L.	IV		
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	IV		

U spektru životnih oblika u Vinogorju Zapadna Istra prevladavaju terofiti (60 %), zatim slijede hemikriptofiti (25 %). Svi ostali životni oblici znatno su manje zastupljeni, geofiti i fanerofiti sa po 7 % i hamefiti s 1% (Grafikon 1.). Dominacija terofita može se pripisati relativno često obradi tla u vinogradima (Dujmović Purgar i Hulina, 2004.).



Grafikon 1. Spektar životnih oblika korovnih vrsta u Vinogorju Zapadna Istra

Ako promatramo pojavnost pojedinih životnih oblika u vinogradima uz obalu i u vinogradima u unutrašnjosti vinogorja vidimo da jedino terofita ima više u vinogradima uz obalu (63,96 %), nego u unutrašnjosti vinogorja (57,43 %). Hemikriptofita ima više u unutrašnjosti vinogorja (25,74 %), nego uz obalu (20,93 %). Povećanje broja hemikriptofita javlja se kao posljedica smanjene obrade tla ili uvođenja košnje i malčiranja kao načina održavanja tla u vinogradu (Poldini i sur., 1998.).



Grafikon 2. Spektar životnih oblika u vinogradima uz obalu i u unutrašnjosti vinogorja

## Zaključak

Istraživanjem korovne flore u vinogradima vinogorja Zapadna Istra zabilježena je 131 vrsta iz 41 porodice. Porodica *Fabaceae* najbrojnija je vrstama, slijede ju porodice *Poaceae*, *Asteraceae*, te *Cichoriaceae* i *Brassicaceae*.

Najučestalije korovne vrste u vinogradima uz obalu su *Chenopodium album* L., *Convolvulus arvensis* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Portulaca oleracea* L., *Poa annua* L. *Sonchus oleraceus* L., *Geranium dissectum* L., *Lactuca serriola* L. i *Sonchus asper* L.

Najučestalije korovne vrste u vinogradima u unutrašnjosti vinogorja su *Convolvulus arvensis* L., *Alopecurus myosuroides* Huds., *Lactuca serriola* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Geranium dissectum* L., *Papaver rhoeas* L., *Sonchus arvensis* L. i *Tragopogon pratensis* L.

Od životnih oblika dominiraju terofiti (60 %) i hemikriptofiti (25 %).

## Literatura

1. Britvec, M., Vitasović Kosić, I., Ljubić, I. (2005): Flora pašnjaka na obiteljskim gospodarstvima u Istri: *Lamiaceae*. Agronomski glasnik 5: 359-369.
2. Dubravec, K., Dubravec, I. (2002): Biljne vrste livada i pašnjaka. Školska knjiga, Zagreb.
3. Dubravec, K., Šegulja N. (2005): Korovi obradivih površina u Istri. Veleučilište u Rijeci. Rijeka.
4. Dujmović Purgar, D., Hulina, N. (2004): Vineyard weed flora in Jastrebarsko area (NW Croatia). Acta Bot. Croat. 63 (2), 113-123.
5. Hulina, N. (1998): Korovi. Školska knjiga Zagreb.
6. Karoglan Kontić, J., Karoglan Todorović, S. (1996): Ekološko vinogradarstvo. Hrvatski centar „Znanje za okoliš“, Zagreb.
7. Karoglan Kontić, J., Maletić, E., Kozina, B., Mirošević, N. (1999): The Influence of Inter-Row Cover Cropping on Mean Characteristics of Grapevine. Agric conspec. Sci. 64 (3): 187-198.
8. Knežević, M. (2006): Atlas korovne i ruderalne flore. Poljoprivredni fakultet Osijek.
9. Kovačević, J. (1966): Korovska vegetacija Motovunštine. Poljoprivredna znanstvena smotra. Sv.23. Br. 4: 3-9.
10. Kovačić, S., Nikolić, T., Ruščić, M., Milanović, M., Štamenković, V., Mihalj, D., Jasprica, N., Bogdanović, S., Topić, J. (2008): Flora jadranske obale i otoka. Školska knjiga Zagreb.
11. Nikolić, T. (2014): Flora Croatica Database. <http://hirc.botanic.hr/fcd/>.
12. Ostojić, Z. (1998): Mogućnosti suzbijanja korova u voćnjacima i vinogradima. U: Integrirana zaštita voćnjaka i vinograda (Ciglar I.), Zrinski, Čakovec, 267-273.
13. Pajač Živković, I., Britvec, M., Pajač, M., Vitasović Kosić, I., Karoglan Kontić, J., Ostojić, Z., Ljubičić I. (2012): Samonikla flora pokušališta Jazbina“ u Zagrebu. Agronomski glasnik 4: 173-188.
14. Pericin, C. (2001): Fiori e piante dell'Istria – distribuiti per ambiente. Unione Italiana Fiume, Università Popolare di Trieste. Rovigno-Trieste.
15. Poldini, L., Oriolo, G., Mazzolini, G. (1998): The segetal vegetation of vineyards and crop fields in Friuli-Venezia Giulia (NE Italy). Studia Geobotanica 16: 5-32.
16. Šarić, T. (1978): Atlas korova. IGKRO Svjetlost, Sarajevo.
17. Šegulja, N., Hršak, V. (1988): Priručnik za fitocenološka i ekološka istraživanja vegetacije. Mala ekološka biblioteka, Zagreb.
18. Vitasović Kosić, I., Britvec, M., Ljubičić, I. (2006): Trave (*Poaceae*) na livadama i pašnjacima obiteljskih gospodarstava u Istri. Sjemenarstvo 23(2006)4: 391-398.

## The Weed Flora in Vineyards of the West Istrian Vineyard Area

### Abstract

The weed flora was explored at ten vineyards; five habitats along the coast and five inland habitats in the West Istrian vineyard area with the aim of compiling an inventory and analysing weed species. A total of 131 plant species belonging to 41 families were recorded, of which 113 species (86.26 %) belong to broadleaf weeds (class Lilitae). Vineyards in the inland vineyard area were richer in species; 105 species from 36 families were found, while in the vineyards along the coast 91 species from 32 families were found. The most numerous families were *Fabaceae* (20 species), *Poaceae* (11 species) and *Asteraceae* (10 species). The most frequent species in the habitats along the coast and inland vineyard area were *Convolvulus arvensis* L., *Geranium dissectum* L., *Lactuca serriola* L. and *Sonchus oleraceus* L. The species that occurred with a high frequency in the habitats along the coast were *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Portulaca oleracea* L., *Poa annua* L. and *Sonchus asper* L., while in the inland vineyard area that were *Alopecurus myosuroides* Huds., *Stellaria media* (L.) Vill., *Papaver rhoeas* L., *Sonchus arvensis* L. and *Tragopogon pratensis* L. The spectrum of life forms has been dominated by Therophyta (60 %), followed by Hemicryptophyta (25 %).

**Key words:** weed flora, vineyards, Western Istria

## Korištenje kameline (*Camelina sativa* L.) u proizvodnji bioplina

Davor Kralik, Bojan Stipešević, Bojana Brozović, Daria Jovičić,  
Danijel Jug, Đurđica Kovačić, Robert Spajić

*Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d,  
Osijek, Hrvatska, e-mail: djkovacic@pfos.hr*

### Sažetak

Anaerobna kodigestija svježe goveđe gnojovke i kameline (*Camelina sativa* L.) provedena je pri termofilnim uvjetima s ciljem utvrđivanja energetskeg potencijala kameline za proizvodnju bioplina. Kamelina je uljarica koja se često koristi za proizvodnju biodizela i daje vrlo kvalitetno ulje, slično onome uljane repice. Međutim, vrlo malo se zna o mogućnostima korištenja biljne mase kameline za proizvodnju bioplina. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi energetskeg potencijal kameline i usporediti ga sa kukuruznom silažom koja se vrlo često koristi za proizvodnju bioplina. Postavljene su dvije grupe uzoraka, kontrolna grupa K (svježa goveđa gnojovka) i eksperimentalna grupa E (svježa goveđa gnojovka uz dodatak kameline). Utvrđeni su pH, suha tvar (ST) i organska tvar (OT) supstrata te dnevna proizvodnja bioplina, kumulativni zbroj dnevno proizvedenog bioplina i kemijski sastav bioplina. Prosječni prinos bioplina kontrolne grupe bio je  $0,025 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ OT}$ , a eksperimentalne  $0,438 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ OT}$ . Eksperimentalna grupa dala je 21,8 % veći prinos bioplina po OT. Zaključak je kako se iz 1 tone biljne mase kameline može dobiti  $342,5 \text{ m}^3$  bioplina, odnosno  $1 884 \text{ m}^3$  iz 1 ha.

**Ključne riječi:** anaerobna fermentacija, bioplin, goveđa gnojovka, kamelina

### Uvod

Poznatija kao „zlatno užitka“ ili „lažni lan“, kamelina je drevna uljarica iz porodice Brassicaceae koja se u Europi uzgaja od 19. stoljeća. Jednogodišnja je biljka, kratke vegetacije, 85-100 dana do zrelosti ako je posijana u proljeće (Wysocki i sur., 2013.). Ne zahtijeva navodnjavanje. Također ne zahtijeva visoke inpute hraniva i pesticida, a raste i na manje plodnom tlu (Abramović i Abram, 2005., Razeq i sur., 2014.). Ova svojstva kameline omogućuju njen uzgoj u proljeće ili jesen te tako ne predstavlja konkurenciju ljetnim usjevima (npr. kukuruzu, soji i sl.) (Kang i sur., 2011.). Kamelina se stoga identificira kao odgovarajući partner u sustavu mješovitog uzgoja usjeva s leguminozama ili žitaricama, osobito pri organskom uzgoju. Na taj način omogućuje se simultana proizvodnja hrane i goriva uz vrlo ograničenu kompeticiju za obradivim površinama (Paulsen i sur., 2011.).

Kako bi se umanjio negativan utjecaj proizvodnje biodizela na sektor hrane, poželjno je koristiti alternativne sirovine i/ili otpad za ovu tehnologiju. *Camelina sativa* je jedna od takvih sirovina (Lebedevas i sur., 2013.). Kamelina ima potencijal udovoljiti potrebi poljoprivrednih proizvođača za dodatnom energijom. Oni ju mogu uzgajati na svojim površinama i sami proizvoditi



vlastito gorivo te tako biti neovisni o nestabilnom tržištu goriva. Također i cijele regije mogu višestruko profitirati uzgojem kameline. Pri rentabilnom uzgoju kameline moguće je doprinijeti ostvarenju zadanih energetskih i poljoprivrednih ciljeva (Keske i sur., 2013.).

Osnovni proizvod kameline je ulje koje se proizvodi drobljenjem i prešanjem sjemenke koja sadrži 50-60 % polinezasićenih masnih kiselina (Moslavac i sur., 2014.). S 1 ha površine zasijane kamelinom moguće je dobiti 1350 kg zrna, a iz njih se može proizvesti 400 kg kvalitetnog ulja koje se može koristiti za proizvodnju goriva. Ulje kameline je dobra baza za proizvodnju estera koji ispunjavaju visoke standarde druge generacije obnovljivih biogoriva (Wruczyński, 2013.). Istraživanjima je utvrđeno da metil ester masne kiseline (biodizel) iz ulja kameline ima ista svojstva kao biodizel proizveden iz ulja uljane repice, izuzev jednog broja (ima nešto više vrijednost), koja je jedna od najčešće korištenih uljarica za proizvodnju biodizela (Wu i Leung, 2011.).

Paulsen i sur. (2008.) jedni su od vrlo rijetkih koji su proveli anaerobnu termofilnu kodigestiju kameline s ciljem proizvodnje bioplina. U svom istraživanju koristili su goveđu gnojovku, slamu pšenice i uljnu pogaču kameline. Dodatak uljne pogače kameline utjecao je na povećanje ukupnog prinosa bioplina. Kontrolna grupa koju je činila goveđa gnojovka uz dodatak slame pšenice dala je  $0,24 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  OT bioplina, dok je eksperimentalna grupa (uz dodanu uljnu pogaču kameline) dala  $0,37 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  OT bioplina.

Nije pronađena literatura s podacima o anaerobnoj kodigestiji kameline s ciljem proizvodnje bioplina.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi energetski potencijal kameline kodigestijom s goveđom gnojovkom pri termofilnim uvjetima.

## Materijal i metode

Istraživanje je provedeno u diskontinuiranim reaktorima zapremine 1000 ml pri termofilnim uvjetima ( $>50 \text{ }^\circ\text{C}$ ) i vremenu hidrauličke retencije od 39 dana. Ispitivane su dvije grupe uzoraka:

- a) kontrolna grupa K – svježa goveđa gnojovka (500 ml) i
- b) eksperimentalna grupa E – svježa goveđa gnojovka (490 ml) uz dodatak biomase kameline (10 ml).

Obje grupe uzoraka postavljene su u tri ponavljanja.

Utvrđeni su pH, suha tvar i organska tvar supstrata te dnevna proizvodnja bioplina i kumulativni zbroj dnevno proizvedenog bioplina za obje skupine uzoraka. Nakon provedene fermentacije utvrđen je i kemijski sastav proizvedenog bioplina ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ). pH je određen korištenjem prijenosnog pH metra Methrom i kombinirane staklene elektrode Methrom, kalibrirane u otopini KCl (pH 4 i 7). Suha tvar određena je sušenjem u sušioniku na  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  do konstantne mase. Organska tvar određena je žarenjem u žarnoj peći na  $550 \text{ }^\circ\text{C}$  u trajanju od 4 sata (Thompson, 2001.).

Proizvedeni bioplin prikupljan je u graduirane posude potopljene u zasićenu otopinu NaCl. Svakodnevno je očitavana količina proizvedenog plina čiji je sastav analiziran plinskim kromatografom Varian 3900 prema modificiranoj metodi HRN ISO 6974-4:2000.

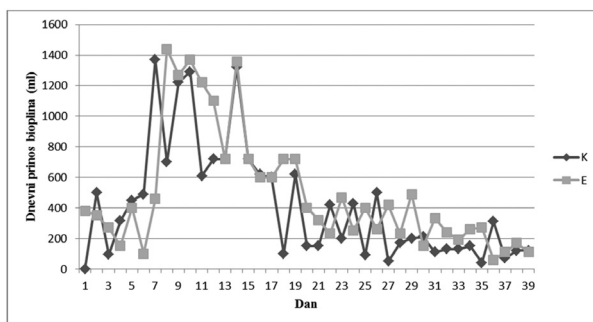
## Rezultati i rasprava

Osnovne kemijske karakteristike (pH, suha tvar, organska tvar) ispitivanih pokusnih grupa prikazane su u Tablici 1.

Tablica 1. Osnovne kemijske karakteristike analiziranih uzoraka

Parametar	Kontrolna grupa (K)	Eksperimentalna grupa (E)
pH	7,95	7,96
Suha tvar (%)	8,27	10,18
Organska tvar (%)	75,52	76,26

Dinamika proizvodnje bioplina prikazana je Grafikonom 1. Faza metanogeneze u kontrolnoj grupi započinje 7. dan procesa. To je faza u kojoj je zabilježena vrlo dinamična, visoka proizvodnja bioplina, a traje do 19. dana procesa. U tom periodu postignuta je i najveća dnevna proizvodnja bioplina od 1370 ml. Prosječni prinos bioplina bio je 816 ml. Nakon ove dinamične faze slijedi faza manje intenzivne proizvodnje, sve do kraja procesa. Prosječni prinos bioplina u toj fazi bio je 188 ml. Faza metanogeneze u eksperimentalnoj grupi započinje 8. dan i traje do 19. dana procesa. Najveća postignuta proizvodnja bioplina u tom vrlo dinamičnom periodu bila je 1440 ml, dok je prosječni prinos bioplina bio 987 ml. U mirnijoj fazi nakon metanogeneze, koja se odvija sve do kraja procesa, prosječni prinos bioplina bio je 268 ml.

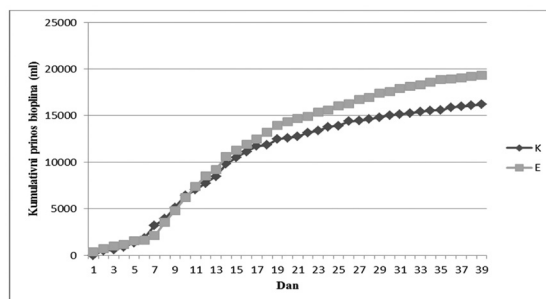


Grafikon 1. Dinamika proizvodnje bioplina (ml/dan)

Kumulativni zbroj dnevne proizvodnje bioplina u kontrolnoj i eksperimentalnoj grupi uzoraka prikazan je Grafikonom 2. Eksperimentalna grupa dala je veću prosječnu količinu bioplina, ukupno 19 310 ml odnosno  $0,438 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ OT}$ . Kontrolna grupa je dala ukupno 16 210 ml odnosno  $0,025 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ OT}$ .

Eksperimentalna grupa dala je za 21,8 % veći prinos bioplina po OT.

Iz 1 tone biljne mase kameline moguće je dobiti  $342,5 \text{ m}^3$  bioplina. Prosječni prinos biljne mase kameline iznosi  $5 459,3 \text{ kg ha}^{-1}$  (Stipešević i sur., 2014.). Prema preračunu, iz 1 ha proizvedene biljne mase kameline moguće je dobiti  $1 884 \text{ m}^3$  bioplina. Mihić i sur. (2012.) su u svom ranijem istraživanju ustanovili da je iz 1 tone kukuruzne silaže moguće proizvesti  $156,68 \text{ m}^3$  bioplina, što je znatno manje.



Grafikon 2. Kumulativni prinos bioplina u kontrolnoj i eksperimentalnoj grupi uzoraka (ml/dan)

## Zaključak

Istraživanjem je utvrđeno da kamelina ima dobra svojstva za proizvodnju bioplina. Naime, kao uljarica koja ne zahtijeva visoke inpute gnojiva i pesticida, te navodnjavanje a može uspjevati i na manje plodnom tlu, kamelina bi mogla služiti kao dodatni izvor hrane i goriva budući da zbog svojih osobina ne predstavlja konkurenciju ljetnim usjevima (npr. kukuruzu, soji). Utvrđeno je da je iz 1 tone biljne mase kameline moguće proizvesti 342,5 m<sup>3</sup> bioplina, što je u odnosu na kukuruznu silažu više nego duplo. Ako se još uzme i u obzir da je kukuruz jedna od najvažnijih žitarica u prehrani ljudi i životinja, tada je potencijal biomase kameline za proizvodnju bioplina neosporiv i svakako preporučljiv.

## Literatura

1. Abramović, H., Abram, V. (2005): Physico-chemical properties, composition and oxidative stability of *Camelina sativa* oil. Food, technology and biotechnology 43(1), 63-70.
2. Kang, J., Snapp, A. R., Lu, C. (2011): Identification of three genes encoding microsomal oleate desaturases (FAD2) from the oilseed crop *Camelina sativa*: Plant physiology and biochemistry 49, 223-229.
3. Keske, C. M. H., Hoag, D. L., Brandess, A., Johnson, J. J. (2013): Is it economically feasible for farmers to grow their own fuel? A study of *Camelina sativa* produced in the western United States as an on-farm biofuel. Biomass and bioenergy 54, 89-99.
4. Lebedevas, S., Makareviciene, V., Sendzikiene, E., Zaglinskis, J. (2013): Oxidation stability of biofuel containing *Camelina sativa* oil methyl esters and its impact on energy and environmental indicators of diesel engine. Energy conversion and management 65, 33-40.
5. Mijić, Đ., Kralik, D., Majkovičan, I., Jovičić, D., Rupčić, S. (2012): Co-digestion of cattle manure with corn and alfalfa silage to increase biogas production. Proceedings of 1st international scientific and specialist conference Renewable and available sources of energy, Fruška Gora, Andrijevica, 9th – 11th October 2012, 196-199.
6. Moslavac, T., Jokić, S., Šubarić, D., Aladić, K., Vukojać, J., Prce, N. (2014): Pressing and supercritical CO<sub>2</sub> extraction of *Camelina sativa* oil. Industrial crops and products 54, 122-129.
7. Paulsen, H. M., Wichmann, V., Schuemann, U., Richter, B. (2011): Use of straight vegetable oil mixtures of rape and kamelina as on farm fuels in agriculture. Biomass and bioenergy 35, 4015-4024.
8. Paulsen, H. M., Xiaming, W., Yongming, S. (2008): Effect of false flax oilcake in thermophilic biogas production. Ressortforschung für den ökologischen landbau 2008, 47-59.
9. [https://www.ti.bund.de/media/publikationen/landbauforschungsonderhefte/lbf\\_sh326.pdf](https://www.ti.bund.de/media/publikationen/landbauforschungsonderhefte/lbf_sh326.pdf).
10. Razeq, F. M., Kosma, D. K., Rowland, O., Molina, I. (2014): Extracellular lipids of *Camelina sativa*: Characterization of chloroform-extractable waxes from aerial and subterranean surfaces. Phytochemistry 106, 188-196.

11. Stipešević, B., Brozović, B., Jug, D., Jug, I., Vukadinović, V., Đurđević, B. (2014): Potencijal uzgoja kame-line (*Camelina sativa*) u sjeveroistočnoj Hrvatskoj. Books of proceeding and abstracts of 7th international scientific/professional conference Agriculture in nature and environment protection, Vukovar, 28th – 30th May 2014, 179.
12. Thompson, W. H. (2001): Test Methods for the Examination of Composting and Compost. The United States Composting Council Research and Education Foundation. The United States Department of Agriculture.
13. Wruczyński, S. (2013): Performance and emission of CI engine fuelled with camelina sativa oil. Energy conversion and management 65, 1-6.
14. Wu, X., Leung, D. Y. C. (2011): Optimization of biodiesel production from camelina oil using orthogonal experiment. Applied energy 88: 3615-3624.
15. Wsocki, D., Chastainb, T. G., Schillinger, W. F., Guyd, S. O., Karow, R. S. (2013): Camelina: Seed yield response to applied nitrogen and sulfur. Field crops research 145, 60-66.

## Usage of camelina (*Camelina sativa* L.) in biogas production

### Abstract

Anaerobic co-digestion of fresh cattle manure and camelina (*Camelina sativa* L.) was conducted in thermophilic conditions to determine the energy potential of camelina for biogas production. Camelina is oleaginous plant which is often used for the production of biodiesel and gives oil of fine quality, very similar to that produced by oil seed rape. However, very little is known about the possible usage of camelina biomass for the production of biogas. The aim of this study was to determine the energy potential of camelina and compare it to corn silage which is often used for biogas production. Two group of samples were set in laboratory, control group K (fresh cattle manure) and experimental group of samples E (fresh cattle manure with addition of camelina biomass). The chemical characteristics of substrates were determined: pH, total solids (TS), volatile solids (VS), daily biogas production, cumulative production of biogas and chemical composition of biogas. The average biogas yield of control group was determined to be  $0,025 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ VS}$ , while of the experimental group it was  $0,438 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ VS}$ . The experimental group was higher in biogas yield for 21,8 % calculated per VS. Out of 1 tonne of camelina biomass it is possible to produce  $342,5 \text{ m}^3$  of biogas, or  $1\ 884 \text{ m}^3$  per 1 ha.

**Key words:** anaerobic fermentation, biogas, cattle manure, camelina

## Potencijal uporabe lavandina (*Lavandula x intermedia*) u zaštiti uskladištene pšenice protiv skladišnih kukaca

Pavo Lucić<sup>1</sup>, Anita Liška<sup>1</sup>, Vlatka Rozman<sup>1</sup>, Renata Baličević<sup>1</sup>, Majda Đumlić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska, e-mail: [plucic@pfos.hr](mailto:plucic@pfos.hr)

<sup>2</sup>Studentica, Poljoprivredni fakultet, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Rad opisuje laboratorijska testiranja djelotvornosti lavandina (*Lavandula x intermedia*), u obliku praha cvijeta s listom i praha stabljike, eteričnog ulja te mješavine praha cvijeta i lista s dijatomejskom zemljom u suzbijanju žitnog kukuljičara *Rhyzopertha dominica* (F.), rižinog žiška *Sitophilus oryzae* (L.) i kestenjastog brašnara *Tribolium castaneum* (Herbst) na uskladištenoj pšenici. Cilj je utvrditi učinak navedenih prirodnih supstancija na mortalitet odraslih jedinki skladišnih kukaca. Rezultati testiranja pokazuju da je maksimalni mortalitet i najbrže djelovanje ostvareno primjenom eteričnog ulja lavandina. Slabiji mortalitet je postignut s mješavinom praha cvijeta i lista s dijatomejskom zemljom, dok je djelovanje samog praha lavandina neznatno utjecalo na mortalitet testiranih vrsta štetnih kukaca.

**Ključne riječi:** lavandin, eterično ulje, dijatomejska zemlja, skladišni kukci

### Uvod

Adekvatno skladištenje poljoprivrednih proizvoda često nije jednostavno. Osim kontrole uvjeta i načina skladištenja, važna je i zaštita uskladištenih proizvoda od štetnih organizama. Skladišni kukci često su prisutni u skladištim objektima i mogu izazvati znatne gubitke na uskladištenim proizvodima (Ngamo i sur., 2007.). Najčešći izbor današnjih agronoma u borbi protiv štetnika su insekticidi i fumiganti (Salem i sur., 2007.). Pored toga što su vrlo učinkoviti imaju niz negativnih utjecaja: čestom uporabom razvija se rezistentnost (Newman, 2010.), onečišćuje okoliš, štetno djeluju na neciljane organizme (Ducom, 2012.), a prisustvo rezidua dovodi u pitanje zdravstvenu ispravnost hrane. Kako bi se izbjegle navedene posljedice velika je potreba za iznalaženjem prirodnih formulacija insekticida (Mahdian i Rahman, 2008.; Rossi i sur., 2012.), koji imaju jednako učinkovito djelovanje, a nisu toksični za toplokrvne organizme i ne onečišćuju okoliš i proizvode. U ovom radu je naglasak na testiranju potencijalnog učinka lavandina (*Lavandula x intermedia*) koji je prirodni hibrid engleske lavande *Lavandula angustifolia* Miller. Lavandin se, osim u aromaterapijske i farmakološke svrhe, zbog svog sadržaja eteričnih ulja pokazao i toksičan za skladišne kukce (De Pasqual-Teresa i sur., 1991.). U ovom istraživanju testiran je učinak praha cvijeta s listom i praha stabljike lavandina, eterično ulje lavandina te mješavine praha cvijeta s listom lavandina u kombinaciji s dijatomejskom zemljom Celatom Mn-51 na tri vrste skladišnih kukaca. Dijatomejska zemlja (DZ) je fizikalni insekticid zanemarive toksičnosti za toplokrvne or-

ganizme, koji ostavlja bezopasne ostatke na obrađenim proizvodima i ima dugotrajno djelovanje na skladišne kukce (Korunić, 2010.).

## Materijal i metode

U istraživanju su testirane tri vrste skladišnih kukaca: rižin žižak *Sitophilus oryzae* (L.), žitni kuku-ljičar *Rhyzopertha dominica* (F.) i kestenjasti brašnar *Tribolium castaneum* (Herbst). Kao uzgojna podloga za *S. oryzae* i *R. dominica* korištena je pšenica s 13 % vlage, a uzgojna podloga za *T. castaneum* pripremljena od oštrog pšeničnog brašna i 5 % suhog kvasca. Test kukci su uzgajani u kontroliranim uvjetima (temp. 28-30°C; rel. vlaga 60-70 %). Biljka lavandin (*Lavandula x intermedia*) je osušena na sobnoj temperaturi, te je odvojen cvijet s lišćem od stabljike. Cvijet s lišćem te posebno stabljika su usitnjeni u mlinu i prosijani kroz sito promjera 150 µm. Također je testirano i eterično ulje lavandina. Pšenica je prethodno sterilizirana na 60°C u trajanju od 1 h te ohlađena na sobnoj temperaturi i prečišćena. Uređajem Dickey-John GAC 2100 određeni su sljedeći parametri pšenice: vlaga (13,9 %), hektolitarska masa (60,8 kg/hl) i temperatura (23,1 °C). Obavljena su tri testa (A, B i C), u kojima su testirani odrasli kukci oba spola starosti 7-21 dan. U svim testovima stavljeno je 5 odraslih jedinki od svake vrste test kukaca po uzorku te su staklenke prekrivene perforiranim poklopcima i stavljene u kontrolirane uvjete. Očitavanje mortaliteta (%) testiranih vrsta kukaca se provodilo nakon 3, 6 i 14 dana od dana postavljanja pokusa.

*Test A* - djelotvornost praha cvijeta s listom i praha stabljike lavandina u pšenici. Za testiranje djelotvornosti praha korištene su 4 doze (0,3; 0,5; 0,7 i 1,4 g praha/100 g pšenice) pripremljenog praha cvijeta s listom i praha stabljike. Odvage praha (pojedine doze) stavljene su u staklene posude ispunjene sa 100 g pšenice. Nakon toga su staklenke hermetički zatvorene i ručno protresene u trajanju od 30 s, kako bi se prah ravnomjerno rasporedio po zrnu. Netretirana pšenica je poslužila kao kontrolni tretman.

*Test B* - djelotvornost eteričnog ulja lavandina u pšenici. Za testiranje djelotvornosti eteričnog ulja lavandina korištene su 4 doze (0,1; 0,2; 0,4 i 0,8 g ulja/100 g pšenice). Doze su aplicirane mikropipetom u staklene posude ispunjene sa 100 g pšenice. Staklenke su hermetički zatvorene i ručno protresene u trajanju od 30 s. Praćen je i utjecaj eteričnog ulja na promjenu sljedećih svojstava pšenice: miris, sipkost i izgled tretiranog zrna u odnosu na netretiranu pšenicu. *Test C* - djelotvornost mješavine praha cvijeta s listom lavandina i dijatomejske zemlje (DZ) u pšenici. Za pripremu ove mješavine korištena je američka DZ Celatom Mn-51 s frakcijom čestica  $\leq 45$  µm. Određena količina praha cvijeta s listom lavandina i DZ odvagana je i promiješana ručno u omjerima: 1:39; 1:19 i 1:9. Nakon toga je svaka mješavina prosijana 2 puta kroz sito promjera 500 µm, da bi se ujednačila mješavina. Aplicirana je 1 doza (0,04 g mješavine/100 g pšenice) od svakog omjera mješavine. Staklene posude su kratko ručno protresene kako bi se mješavina ravnomjerno rasporedila po zrnu. Pored toga, pšenica je tretirana posebno i s dijatomejskom zemljom (0,04 g DZ/100 g pšenice) kako bi se utvrdilo je li djelotvornost DZ poboljšana dodatkom praha lavandina.

## Rezultati i rasprava

*Test A.* Djelotvornost biljnog praha lavandina rezultirala je različitom osjetljivošću testiranih kukaca ovisno o tretmanu, dozi i ekspoziciji (Tablica 1.). U tretmanu s prahom stabljike nije ostvaren mortalitet za *R. dominica* i *T. castaneum*, ni s najvišom dozom i najduljom ekspozicijom. Kod vrste *S. oryzae* najviša doza djelovala je na smrtnost jedinki, ali tek s 20 %-nim mortalitetom, pri ekspoziciji od 3 dana. U tretmanu s prahom cvijeta i lista nije ostvaren mortalitet *R. dominica*

i *S. oryzae*. Kod vrste *T. castaneum* postignut je 20 %-tni mortalitet već s najnižom dozom 0,3 g/100 g pšenice nakon 3 dana ekspozicije.

Tablica 1. Rezultati djelovanja praha (stabljike i cvijeta s listom) lavandina u pšenici na tri vrste kukaca nakon 3, 6 i 14 dana ekspozicije

Tretman	Doza (g/100 g pšenice)	Mortalitet (%)								
		<i>R. dominica</i>			<i>S. oryzae</i>			<i>T. castaneum</i>		
		Ekspozicija (dani)								
		3	6	14	3	6	14	3	6	14
Stabljika	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,4	-	-	-	20	20	20	-	-	-
Cvijet s listom	0,3	-	-	-	-	-	-	20	20	20
	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,7	-	-	-	-	-	-	20	20	20
	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kontrola	∅	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Test B. Djelotvornost eteričnog ulja lavandina rezultirala je visokom osjetljivošću testiranih kukaca ovisno o dozi (Tablica 2.). Pri najnižoj dozi ulja (0,1 g/100 g pšenice) postignut je 100 %-tni mortalitet *R. dominica* i *S. oryzae* nakon ekspozicije od 3 dana. Ista doza ulja je rezultirala s 20%-tnim mortalitetom *T. castaneum*, također pri istoj ekspoziciji, a produljenjem ekspozicije na 14 dana, mortalitet se povisio na 40%. Povišenjem doze povisio se i mortalitet (pri 0,2 g ulja/100 g pšenice, mortalitet je iznosio 60 %). Maksimalni mortalitet *T. castaneum* postignut je sa četiri puta višom dozom (0,4 g ulja/100 g pšenice), koja je bila letalna za *S. oryzae* i *R. dominica*. Autor Hanan (2013.) testirajući insekticidnu i larvicidnu učinkovitost eteričnog ulja lavande *L. angustifolia* i mente *Mentha piperita*, utvrđuje da testirana ulja imaju potencijal u kontroli kućne muhe *Musca domestica* L.

Tablica 2. Rezultati djelovanja eteričnog ulja lavandina u pšenici na tri vrste kukaca nakon 3, 6 i 14 dana ekspozicije

Doza (g/100 g pšenice)	Mortalitet (%)									
	<i>R. dominica</i>			<i>S. oryzae</i>			<i>T. castaneum</i>			
	Ekspozicija (dani)									
		3	6	14	3	6	14	3	6	14
0,1	100	100	100	100	100	100	100	20	20	40
0,2	100	100	100	100	100	100	100	60	60	60
0,4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kontrola	∅	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Aplikacija ulja lavandina djelovala je na svojstva mirisa, sipkosti i izgleda tretirane pšenice (Tablica 3.). Već pri najnižoj dozi, pšenica je poprimila blagi miris ulja. Povišenjem doze (s 0,2 na 0,8 g/100 g pšenice) i sorpcija mirisa se pojačavala. Miris ulja lavandina je i nakon 14 dana ekspozicije ostao prisutan u tretiranoj pšenici. Što se tiče ostalih svojstava pšenice, sipkost i izgled zrna su ostali nepromijenjeni pri nižim dozama. Tek pri dozi od 0,4 i 0,8 g/100 g pšenice sipkost zrna je postala blago, odnosno vidljivo narušena, dok je zrno postalo vidljivo masno. Produljenjem ekspozicije na 14 dana, utjecaj ulja na ova svojstva je slabio te se nakon toga vremena sipkost i izgled tretirane pšenice nisu razlikovali u odnosu na netretiranu pšenicu. Testirajući insekticidnu učinkovitost eteričnih ulja i praha aromatičnih biljnih vrsta lavande, lovora, ružmarina i timijana autori Rozman i Kalinović (2000.) naglašavaju da kvalitativne osobine tretirane merkantilne pšenice nisu bile narušene, kao niti klijavost i energija klijanja kod tretirane sjemenske pšenice.

Tablica 3. Utjecaj eteričnog ulja lavandina na svojstva pšenice nakon 3, 6 i 14 dana ekspozicije

Ekspozicija	Doza (g/100 g pšenice)	Svojstva tretirane pšenice		
		Miris*	Sipkost	Izgled zrna
3 dana	0,1	+	nenarušena	nepromijenjen
	0,2	++	nenarušena	nepromijenjen
	0,4	+++	blago narušena	zrno masno
	0,8	+++	vidljivo narušena	zrno masno
6 dana	0,1	+	nenarušena	nepromijenjen
	0,2	+	nenarušena	nepromijenjen
	0,4	++	nenarušena	nepromijenjen
	0,8	+++	blago narušena	zrno masno
14 dana	0,1	+	nenarušena	nepromijenjen
	0,2	+	nenarušena	nepromijenjen
	0,4	++	nenarušena	nepromijenjen
	0,8	+++	nenarušena	nepromijenjen

\* + blagi miris; ++ intenzivan miris; +++ vrlo intenzivan miris

Test C. Djelotvornost mješavine praha cvijeta s listom lavandina i DZ Celatom Mn-51 te posebno same DZ rezultirala je različitom osjetljivošću testiranih kukaca ovisno o dozi i ekspoziciji (Tablica 4.). Mješavinom praha i DZ nije postignut mortalitet *R. dominica*, dok je sa samom DZ ostvaren 20 %-tni mortalitet nakon 3 dana, odnosno 40 %-tni mortalitet nakon 14 dana ekspozicije. Vrsta *S. oryzae* je bila najviše osjetljiva na provedene tretmane te je 100 %-tni mortalitet postignut mješavinom cvijeta s listom lavandina i DZ u omjeru 1:9, nakon 6 dana ekspozicije. Najveći mortalitet sa samom DZ iznosio je 80 %, te je vidljivo da je prah lavandina u mješavini pospješio djelovanje same DZ. Isto poboljšano djelovanje mješavine praha u odnosu na samu DZ, vidljivo je i u tretmanu s *T. castaneum*, rezultirajući za 20 % višim mortalitetom i to nakon 6 dana ekspozicije pri omjeru 1:19.



Tablica 4. Rezultati djelovanja mješavine praha cvijeta s listom lavandina i DZ Celatom Mn- 51 u pšenici na tri vrste kukaca nakon 3, 6 i 14 dana ekspozicije

Tretman (0,04 g mješavine/100 g pšenice)	Mortalitet (%)								
	<i>R. dominica</i>			<i>S. oryzae</i>			<i>T. castaneum</i>		
	Ekspozicija (dani)								
	3	6	14	3	6	14	3	6	14
LPC*:Mn-51 (1:39)	-	-	-	-	-	20	-	-	-
LPC*:Mn-51 (1:19)	-	-	-	20	20	20	20	40	40
LPC*:Mn-51 (1:9)	-	-	-	80	100	100	-	-	-
Mn-51	20	20	40	40	80	80	20	20	20
Kontrola ∅	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* *Lavandula x intermedia* prah – cvijet s listom

## Zaključak

Lavandin (*Lavandula x intermedia*) pokazuje određeni potencijal čije eterično ulje kao i prah cvijeta i lista u mješavini s dijatomejskom zemljom može poslužiti za razvoj novih formulacija prirodnih insekticida primjenjivih u zaštiti uskladištenih proizvoda.

## Zahvala

Ovaj rad je financirala Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ) projektom 5570.

## Literatura

- Bosly, A. H. (2013): Evaluation of insecticidal activities of *Mentha piperita* and *Lavandula angustifolia* oils against house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). Journal of Entomology and Nematology 5(4): 50-54.
- De Pasqual-Teresa, J., Ovejero, J., Caballero, E., Caballero, M. C., Anaya, J., Pastrana, I. D. (1991): Contribution to the study of lavandin and the lavender oils. An Quim 87:402-404.
- Ducom, P. (2012): Methyl bromide alternatives. In: Navarro S, Banks H. J, Jayas D. S, Bell C. H, Noyes R. T, Ferizli A. G, Emekci M, Isikber A. A, Alagusundaram K (Eds) Proceedings of the 9th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Product, Antalya, Turkey. 15-19 Oct. 2012, Turkey, pp 205-214.
- Korunić, Z. (2010): Rezultati istraživanja i novine u uporabi dijatomejske zemlje u zaštiti uskladištenih poljoprivrednih proizvoda; Zbornik radova – 22. znanstveno-stručno-edukativni seminar DDD i ZUPP 2010.; Pula; str. 325-339.
- Mahdian, Sh. H. A., Rahman, M. Kh. (2008): Insecticidal effect of some spices on *C. maculatus* Fab. in black gram seeds. Rajshahi University Zoo. Society, 27: 47-50.
- Newman, C. R. (2010): A novel approach to limit of phosphine resistance in Western Australia. In: Carvalho M. O, Fields P. G, Adler C. S, Arthur F. H, Athanassiou C. G, Campbell J. F, Fleurat-Lessard F, Flinn P. W, Hodges R. J, Isikber A. A, Navarro S, Noyes R. T, Riudavets J, Sinha K. K, Thorpe G. R, Timlick B. H, Trematerra P, White NDG (Eds) Proceedings of the 10th International Working Conference on Stored Product Protection, 27 June to 2 July 2011, Estoril, Portugal, pp 1040-1046.
- Ngamo, T. S. L., Ngatanko, I., Ngassoum, M. B., Mapongmestsem, P. M., Hance, T. (2007): Insecticidal efficiency of essential oils of 5 aromatic plants tested both alone and in combination towards *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). - Research Journal of Biological Sciences, 2(1): 75-80.

8. Rossi, E., Cosimi, S., Loni, A. (2012): Bioactivity of Essential Oils from Mediterranean Plants: Insecticidal Properties on *S. zeamais* and Effects on Seed Germination. Journal of Ent. 2012. ISSN 1812-5670 / DOI: 10.3923/je.2012. © 2012 Academic Journals Inc.
9. Rozman, V., Kalinović, I. (2000): The efficacy of some aromatic plants against stored product insects. Book of abstract XXI International Congress of Entomology, Foz de Iguassu: 351.
10. Salem, S. A., Abou-Ela, R. G., Matter, M. M., El-Kholy, M. Y. (2007): Entomocidal Effect of *Brassica napus* Extracts on Two Store Pests, *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhizopertha dominica* (Fab.) (Coleoptera). Journal of Applied Sci. Res., 3(4): 317-322.

## The potential use of lavender (*Lavandula x intermedia*) in protection of stored wheat against storage insects

### Abstract

This paper describes laboratory testing of lavender (*Lavandula x intermedia*) efficacy, in form of flower with leaves powder and stem powder, essential oil and mixture of flowers with leaves powder with diatomaceous earth in suppression of lesser grain borer *Rhizopertha dominica* (F.), rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.) and red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) on stored wheat. The objective is to determine the effect of these natural substances on mortality of storage insect adults. The test results show that the maximum mortality and fastest action was accomplished by using an essential oil of lavender. Reduced mortality was achieved with a mixture of powder flower and leaf with diatomaceous earth, while the effect of lavender powder marginally affected the mortality of the tested species of storage insects.

**Key words:** lavender, essential oil, diatomaceous earth, storage insects

# Analiza utjecaja gnoja iz industrijskih postrojenja na koncentraciju nitrata u površinskim i podzemnim vodama

Draga Mihelić, Jadranka Matić

*Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Radnička cesta 80, Zagreb, Hrvatska,  
e-mail: draga.mihelic@mzoip.hr*

## Sažetak

Cilj ovog rada bio je analizama podataka s mjernih postaja za monitoring podzemnih i površinskih voda pokušati utvrditi odnos između primjene gnoja iz postrojenja za intenzivan uzgoj peradi i svinja i povećanja koncentracije nitrata u površinskim i podzemnim vodama. Odlukom o određivanju ranjivih područja u Republici Hrvatskoj 75 općina/gradova proglašeno je ranjivim područjima osjetljivim na nitrata. Analizom podataka od 2010. do 2013. godine s 38 mjernih postaja u 19 općina/gradova u ranjivom području samo na njih 5 je utvrđeno prekoračenje granične vrijednosti od 50 mgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l, a na 17 se događa povećavanje koncentracije nitrata. Među podacima s 38 mjernih postaja u 28 općina/gradova koje nisu u ranjivim područjima nalazi se jedna mjerna postaja na kojoj je izmjereno prekoračenje granične vrijednosti, a na 26 se događa povećanje koncentracije nitrata. Iz rezultata analize srednjih vrijednosti koncentracija nitrata nije se moglo zaključiti o povezanosti primjene gnoja iz postrojenja i kretanja koncentracije nitrata u pojedinim općinama/gradovima.

**Ključne riječi:** nitrati, površinske i podzemne vode, ranjivo područje, industrijsko postrojenje

## Uvod

Vlada Republike Hrvatske donijela je 21. studenoga 2012. Odluku o određivanju ranjivih područja u Republici Hrvatskoj („Narodne novine“, broj 130/12 – u daljnjem tekstu Odluka). Kriteriji po kojima se neko područje proglašava ranjivim je granična vrijednost za nitrata od 50 mg/l u podzemnim i površinskim vodama i provedeni monitoring voda. Odlučeno je za granice ranjivih područja uzeti administrativne granice općina i gradova. Tako je u Odluci 75 općina/gradova u devet županija proglašeno ranjivim područjima na nitrata. Veliki izvor nitrata prirodnog porijekla mogu biti postrojenja za intenzivan uzgoj peradi i svinja, obveznici okolišne dozvole prema Uredbi o okolišnoj dozvoli („Narodne novine“, broj 8/14), koja se u pravilu grade na obradivom poljoprivrednom zemljištu i okružena su isto tako obradivim površinama na koje se primjenjuje gnoj nastao u tim postrojenjima. Iz toga se može pretpostaviti da povećane koncentracije nitrata mogu biti upravo na tim područjima.

## Materijal i metode

Izvor podataka o izmjerenim vrijednostima nitrata u podzemnim i površinskim vodama je Informativni sustav voda, Hrvatske vode, Zagreb.

Odabrani su podaci za Osječko-baranjsku, Varaždinsku, Međimursku, Vukovarsko-srijemsku i Istarsku županiju zato što se na području tih županija nalaze postrojenja obveznika okolišne dozvole i za te županije postoje podaci o izmjerenim vrijednostima nitrata. Proglašeni ranjivih područja prema Odluci nema u Osječko-baranjskoj županiji.

Za analizu su korišteni podaci za 2010., 2011., 2012. i 2013. godinu i to 20 postaja za podzemne vode te 18 postaja za površinske vode u ranjivim područjima, a 31 postaja za podzemne vode te sedam postaja za površinske vode izvan ranjivih područja. Sveukupno je analizirano 76 mjernih postaja, od toga 38 u ranjivim područjima. Iz baze podataka preuzete su srednje vrijednosti za nitrata čije su vrijednosti izražene u mgN/l te su preračunate u mgNO<sub>3</sub>/l prema formuli: mgN/l / mgNO<sub>3</sub>/l = 0,23.

Izvor podataka o postrojenjima obveznicima okolišne dozvole bila je internetska stranica Ministarstva zaštite okoliša i prirode <http://www.mzoip.hr/hr/okolis.html>. U razmatranje su uzeta samo 24 postrojenja jer se nalaze u općini/gradu u kojima postoji barem jedna mjerna postaja za praćenje kvalitete voda.

## Rezultati i rasprava

### *Analiza koncentracija nitrata u podzemnim vodama*

U Osječko-baranjskoj županiji nisu zabilježene vrijednosti nitrata više od graničnih 50 mg/l, ali se primjećuje da su koncentracije u 2012. i 2013. nekoliko puta više od onih u 2010. i 2011. Pet postrojenja se nalazi na području općina u kojima se nalaze postaje s navedenim koncentracijama. Na području Đakova nalaze se dva postrojenja, a vrijednosti na jednoj postaji su za približno 10 puta veće nego na ostalim postajama u županiji, Tablica 1. U Varaždinskoj županiji na području Grada Varaždina (ranjivo područje) nalaze se tri postrojenja, ali nema prekoračenja koncentracija, a na području Općine Petrijanec (nije ranjivo područje) je pet postrojenja i koncentracije nitrata su iznad granične vrijednosti. Koncentracije nitrata u Općini Vidovec (ranjivo područje) ukazuju na prekoračenje granične vrijednosti, na području te Općine nema postrojenja obveznika okolišne dozvole, Tablica 1. U Međimurskoj županiji od analiziranih postaja dvije su na ranjivim područjima, a jedna izvan. U Općini Nedelišće koja je izvan ranjivog područja nalazi se jedno postrojenje, ali nisu zabilježena prekoračenja koncentracija. Dok u Općini Mursko Središće nema postrojenja, ali je zabilježeno blago prekoračenje granične koncentracije, Tablica 1. U Vukovarsko-srijemskoj županiji je ukupno šest postrojenja, sva izvan ranjivih područja. Prekoračenja graničnih vrijednosti zabilježena su na području Grada Iloka. Na ostalim postajama osim Starih Jankovaca, primjećuje se da su koncentracije nitrata u 2012. i 2013. oko četiri puta više od onih u 2010. i 2011., Tablica 1. U Istarskoj županiji od 11 postaja devet ih je na ranjivom području, a dvije nisu. Na području Grada Pule nalazi se jedno postrojenje. Povećavanje koncentracije događa se na području Grada Buzeta i Općine Marčana. Ni na jednoj postaji nije zabilježeno prekoračenje graničnih vrijednosti, Tablica 1.

Tablica 1. Srednje vrijednosti koncentracija nitrata (mgNO<sub>3</sub>/l) u podzemnim vodama

OPĆINA/GRAD	Broj postrojenja	2010.	2011.	2012.	2013.	Kretanje kon.
<b>OSJEČKO-BARANJSKA ŽUPANIJA</b>						
Petrijevci	0	1,56 0,95	0,87 0,87	3,48 3,48	3,48 3,48	↑ ↑
Semeljci	0	0,87	0,87	3,48	3,48	↑
Šodolovci	0	-	-	3,48	3,48	↑
Darda	1	0,91	0,86	3,47	3,47	↑
Donji Miholjac	1	1,04	0,86	3,47	3,47	↑
Čepin	1	0,91	0,86	3,47	3,47	↑
Kneževi Vinogradi	1	1,48	0,86	3,47	3,47	↑
Draž	1	0,91	0,86	3,47	3,47	↑
Đakovo	2	0,95 1,95	0,86 10,00	3,47 26,30	3,47 19,35	↑ ↑
<b>VARAŽDINSKA ŽUPANIJA</b>						
Ranjivo Vidovec	0	<b>82,39</b> <b>98,56</b>	<b>78,69</b> <b>95,86</b>	<b>84,13</b> <b>82,95</b>	<b>89,35</b> <b>81,60</b>	↑↓
Ranjivo Gornji Knežinec	0	38,08	32,39	30,86	39,19	↓↑
Ranjivo Varaždin	3	4,78	2,83	3,35	4,65	↑
Trnovec Bartolovečki	0	9,47 15,34 16,82	9,48 17,52 15,52	7,48 14,48 15,30	6,83 11,00 30,30	↑↓ ↑↓ ↓↑
Sračinec	0	5,21 5,13	3,13 11,26	3,91 3,48	10,30 14,69	↓↑ ↑
<b>Petrijanec</b>	<b>5</b>	<b>80,43</b>	<b>57,17</b>	<b>55,35</b>	<b>57,69</b>	↓
<b>MEDIJUMSKA ŽUPANIJA</b>						
Ranjivo Prelog	0	37,69 35,30 15,21	38,04 36,08 17,60	37,78 36,69 18,78	39,13 35,00 18,69	↑ → ↑
Ranjivo Mursko Središće	0	-	<b>51,95</b>	42,17	<b>56,52</b>	↓↑
Nedelišće	1	14,69 32,17 5,21	16,83 36,95 4,35	9,39 20,43 4,52	18,04 38,78 7,08	↑ ↑ ↓↑
<b>VUKOVARSKO-SRIJEMSKA ŽUPANIJA</b>						
Ranjivo Ilok	0	0,95 14,13 <b>143,91</b>	0,87 7,83 16,08	4,43 <b>60,30</b>	3,48 12,04 <b>128,69</b>	↓↑ ↓↑ ↓↑
Stari Jankovci	0	17,04	18,91	16,52	19,38	↑↓
Vrbanja	0	0,87	0,87	3,48	3,48	↑
Babina Greda	0	0,87	0,87	3,48	3,48	↑
Nijemci	0	1,52	0,87	3,48	3,48	↑
Vinkovci	0	1,04	0,87	3,48	3,48	↑
Markušica	1	0,91	0,86	3,47	3,47	↑
Trpinja	3	0,86	0,86	3,47	3,47	↑
Vukovar	1	0,86	-	3,47	-	↑
Stari Mikanovci	1	-	-	16,52	17,61	↑
<b>ISTARSKA ŽUPANIJA</b>						
Ranjivo Buje	0	-	6,43	7,08	2,04	↓
Ranjivo Buzet	0	3,65 2,69 3,82	4,26 3,00 4,43	4,91 3,69 4,95	4,65 3,47 4,43	↑ ↑ ↑
Ranjivo Barban	0	9,43 8,56	7,52 7,82	7,34 7,69	9,47 8,04	↓↑ ↓↑
Ranjivo Vižinada	0	13,82	11,91	14,95	14,26	↓↑
Marčana	0	7,08	6,89	7,30	9,47	↑
Ranjivo Pićan	0	8,43	6,82	8,39	8,69	→
Pula	1	18,86	14,91	15,78	16,60	↓↑
Ranjivo Labin	0	9,95	8,39	8,00	11,34	↓↑

↑ koncentracije rastu, ↓ koncentracije padaju, ↓↑ pad/rast koncentracije, → konstantne koncentracije

### Analiza koncentracija nitrata u površinskim vodama

U Osječko-baranjskoj županiji srednje vrijednosti koncentracija nitrata pokazuju da nema prekoračenja graničnih vrijednosti, Tablica 2. U Varaždinskoj županiji srednje vrijednosti koncentracija pokazuju da nema prekoračenja graničnih vrijednosti, Tablica 2. U Međimurskoj županiji od pet razmatranih postaja na jednoj (Općina Domašinec) je utvrđeno prekoračenje granične vrijednosti. Jedino postrojenje nalazi se na području Općine Kotoriba, Tablica 2. U Vukovarsko-srijemskoj županiji nema prekoračenja granične vrijednosti. Na području razmatranih općina/gradova nema niti jednog postrojenja, Tablica 2. U Istarskoj županiji razmatrani su podaci s 11 postaja u sedam općina/gradova. Na području tih gradova/općina nema niti jednog postrojenja niti ima prekoračenja granične vrijednosti, Tablica 2.

Tablica 2. Srednje vrijednosti koncentracija nitrata ( $\text{mgNO}_3/\text{l}$ ) u površinskim vodama

OPĆINA/GRAD	Broj postrojenja	2010.	2011.	2012.	2013.	Kretanje kon.
<b>OSJEČKO-BARANJSKA ŽUPANIJA</b>						
Osijek	0	5,43	3,69	4,00	5,34	↑
Draž	1	9,17	11,30	6,95	8,47	↑↓
Donji Miholjac	1	5,39	4,43	4,13	5,13	↓↑
<b>VARAŽDINSKA ŽUPANIJA</b>						
Ranjivo Maruševac	0	17,86	28,69	26,13	11,78	↑↓
<b>MEDIMURSKA ŽUPANIJA</b>						
Ranjivo Goričan	0	30,56	30,00	30,86	31,26	→
Kotoriba	1	19,34	17,00	14,17	19,73	↓↑
Ranjivo Domašinec	0	30,78	28,65	21,52	21,43	↓
		<b>63,08</b>	<b>66,34</b>	<b>73,91</b>	<b>125,08</b>	↑
Ranjivo Podturen	0	15,47	15,73	14,78	13,56	↓
<b>VUKOVARSKO-SRIJEMSKA ŽUPANIJA</b>						
Pačetin	0	-	-	0,69	13,30	↑
Ranjivo Ilok	0	8,13	7,56	6,00	7,95	↓
Račinovci	0	4,08	4,91	4,73	4,91	↑
Vinkovci	0	11,69	4,47	1,43	6,52	↓↑
<b>ISTARSKA ŽUPANIJA</b>						
Ranjivo Buzet	0	2,26 2,65	2,13	2,69	2,95	↑
			3,26	3,34	3,60	↑
Ranjivo Novigrad	0	2,60	1,78	2,86	3,34	↑
Ranjivo Pićan	0	3,13	3,65	4,52	5,34	↑
Ranjivo Kršan	0	3,47	2,13	3,17	3,21	→
Ranjivo Labin	0	6,21	5,13	4,47	5,95	↓↑
Ranjivo Buje	0	1,34	0,78	1,21	1,95	↑
Ranjivo Pazin	0	0,34 4,04	1,34	1,34	2,04	↑
		1,78 1,34	11,73	15,91	7,47	↑
		1,13	2,04	2,82	2,82	↑
			1,34	1,39	1,91	↑
			-	1,47	1,86	↑

↑ koncentracije rastu, ↓ koncentracije padaju, ↓↑ pad/rast koncentracija, → konstantne koncentracije

## Zaključak

Nije utvrđena veza između primjene gnoja iz postrojenja za intenzivan uzgoj peradi i svinja i kretanja koncentracije nitrata u podzemnim i površinskim vodama pojedinih općina/gradova.

Za precizno utvrđivanje utjecaja gnoja iz postrojenja na površinske i podzemne vode trebalo bi uključiti hidrogeološke podatke o lokaciji primjene gnoja kao i utvrditi postojanje drugih izvora nitrata osim postrojenja obveznika okolišne dozvole.

Temeljem monitoringa površinskih i podzemnih voda u cijeloj Republici Hrvatskoj ponovno razmotriti područja ranjiva na nitrata i donijeti novu Odluku.

## Literatura

1. Vlada Republike Hrvatske (2012): Odluka o određivanju ranjivih područja u Republici Hrvatskoj, Narodne novine, 130.
2. Vlada Republike Hrvatske (2010): Uredba o standardu kakvoće voda, Narodne novine, 89.
3. Vlada Republike Hrvatske (2014): Uredba o okolišnoj dozvoli, Narodne novine, 8
4. Informacijski sustav voda, Hrvatske vode, Zagreb.
5. OIKON d.o.o. institut za primjenjenu ekologiju (2006): Program zaštite okoliša Istarske županije (s Izvješćem o stanju okoliša), 110-112.
6. Horvat, I., Senta, A., Racz, A. (2010): Praćenje koncentracije nitrata u vodi koprivničkog vodovoda. Sigurnost 52, 359-365.
7. Filipović, V., Petošić, D., Nakić, Z., Bubalo, M. (2013): Prisutnost nitrata u podzemnim vodama: izvori i procesi. Hrvatske vode 84, 119-128.

## Analysis of the impact of manure from industrial plants in the concentration of nitrates in surface and ground waters

### Abstract

The aim of this study was the analysis of data from monitoring stations for monitoring of groundwater and surface waters to try to determine the relationship between the application of manure from the plants for the intensive rearing of poultry and pigs and increasing nitrate concentrations in surface and groundwater. In Decision on determining the vulnerable areas in the Republic of Croatia 75 municipalities/cities was declared vulnerable areas sensitive to nitrates. The analysis of data from 2010. to 2013., with 38 monitoring stations in 19 municipalities/cities in a vulnerable area only five of them was found exceeding the limit value of  $50 \text{ mgNO}_3/\text{l}$ , but at 17 of them happens increasing nitrate concentrations. Among the data from 38 monitoring stations in 28 municipalities/cities that are not in vulnerable areas is one monitoring station at which the measured excess of limit values, but in 26 of them is an increase in the concentrations of nitrates. From the results of analysis of measured nitrate concentration could not be concluded on the connection between the application of manure from the plants and movement of nitrate concentrations in some municipalities/cities.

**Key words:** nitrates, surface water and groundwater, vulnerable area, industrial plant

# Integrirana ratarska proizvodnja istočne Hrvatske

Ines Pohajda, Ana Šalinović, Marin Balabanić

*Savjetodavna služba, Savska 41, Zagreb, Hrvatska, e-mail:ines.pohajda@savjetodavna.hr*

## Sažetak

Istraživanjima provedenim u istočnoj Hrvatskoj analiza rezultata stručnog nadzora integrirane ratarske proizvodnje u 2013. i 2014. godini imala je za cilj utvrđivanje prihvaćanja načela integrirane proizvodnje i zastupljenost ratarskih kultura. Istočna Hrvatska, kao najvažnija nizinska regija, s povoljnim agroekološkim uvjetima za razvoj ratarske proizvodnje, zauzima oko 22 % ukupne površine. Ovo područje čini pet županija: Brodsko-posavska, Osječko-baranjska, Požeško-slavonska, Virovitičko-podravska i Vukovarsko-srijemska. Kako od 2013. godine Savjetodavna služba prema Pravilniku o integriranoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda (NN 137/12, 59/14) provodi stručni nadzor integrirane proizvodnje, tako je rezultatima stručnog nadzora integrirane ratarske proizvodnje u 2013. i 2014. godini utvrđeno da se uz najzastupljenije kulture pšenicu i kukuruz, najčešće uzgajaju: šećerna repa, soja i suncokret. Zbog propisanih uvjeta pripadajućim tehnološkim uputama, koje se odnose na integriranu ratarsku proizvodnju, u navedenom dvogodišnjem razdoblju, utvrđen je rast proizvodnje: raži, pšenoraži, konoplje i lana. Jačanjem integrirane ratarske proizvodnje s vremenom raste broj poljoprivrednih površina pod kulturama koje su do nedavno bile slabije zastupljene.

**Ključne riječi:** integrirana proizvodnja, nadzor, zastupljenost ratarskih kultura

## Uvod

Istočnu Hrvatsku karakterizira bogatstvo povoljnih prirodnih uvjeta za razvoj poljoprivredne proizvodnje. To su prije svega plodna tla u kategoriji najplodnijih tala Europe, ravničarski reljef uz rijeke Savu i Dravu, brežuljci uz Dunav te umjereno kontinentalna i kontinentalna klima. Uz razvijeno voćarstvo i vinogradarstvo, ratarska proizvodnja najzastupljenije je područje biljne poljoprivredne proizvodnje istočne Hrvatske. Time ujedno ratarska proizvodnja istočne Hrvatske zauzima glavno mjesto u ukupnoj ratarskoj proizvodnji Hrvatske.

Poljoprivreda prema načelima integrirane proizvodnje podrazumijeva uravnoteženu primjenu agrotehničkih mjera uz uvažavanje ekonomskih, ekoloških i toksikoloških čimbenika pri čemu kod jednakog ekonomskog učinka prednost imaju ekološki i toksikološki prihvatljive mjere (NN 137/12, 59/14). Osim što se ovim načinom proizvodnje udovoljava globalnom konceptu poljoprivredne politike EU vezanom za očuvanje okoliša te održavanje i biološke raznolikosti, njime se potrošačima osigurava potvrda kvalitete proizvoda na osnovu znaka integrirane proizvodnje. Iako po načelima integrirane proizvodnje u posljednjih dvadesetak godina proizvodi značajan broj poljoprivrednih proizvođača u Hrvatskoj (Pohajda i Prnjak, 2014.), integrirana proizvodnja utemeljena je unutar Zakona o poljoprivredi prvim pripadajućim Pravilnikom 2010. godine. Proizvođači uključeni u sustav integrirane proizvodnje obvezni su poštivati odredbe Pravilnika o integriranoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda (NN 137/12, 59/14) i Tehnološke upute



po pojedinim područjima biljne proizvodnje. Tehnološkim uputama propisuju se sve za proizvođače u integriranoj proizvodnji obvezne agrotehničke mjere. Od 2013. godine Savjetodavna služba najmanje jednom godišnje u vegetacijskoj sezoni provodi stručni nadzor integrirane proizvodnje na poljoprivrednim površinama kod svih proizvođača u ovome sustavu. Time su po prvi puta nadzorom obuhvaćeni svi prijavljeni subjekti u integriranoj proizvodnji. Ako se nadzorom utvrdi da proizvodnja udovoljava propisanim zahtjevima integrirane proizvodnje, nadzorno tijelo proizvođaču izdaje potvrdu o integriranoj proizvodnji. Dobivanjem potvrde proizvođač može na svoje proizvode koji prethodno nisu podvrgnuti procesu prerade staviti znak integrirane proizvodnje ili ih može označiti riječima: "poljoprivredni proizvod iz integrirane proizvodnje" (Pohajda i Ševar, 2014.). Ministarstvo poljoprivrede od 2010. godine u Upisniku proizvođača u integriranoj proizvodnji bilježi porast poljoprivrednih subjekata, kojih je početkom 2014. godine bilo 804. Kako je u istočnoj Hrvatskoj prisutan najveći broj poljoprivrednih proizvođača u integriranoj ratarskoj proizvodnji, tako je važno istražiti zastupljenost ratarskih kultura u integriranoj proizvodnji ovog geografskog područja. Prihvaćanjem načela integrirane proizvodnje u plodorede se postupno uključuju kulture poput raži i pšenoraži koje su bile slabije zastupljene ili konoplje i lana koje uopće nisu bile zastupljene u prve dvije sezone nakon uspostavljanja prvoga Pravilnika o integriranoj proizvodnji 2010. godine.

### **Materijal i metode**

Stručnim nadzorom integrirane proizvodnje u istočnoj Hrvatskoj tijekom dvogodišnjeg razdoblja praćena je integrirana ratarska proizvodnja. Područje istočne Hrvatske čini 22 % ukupnoga teritorija Hrvatske te obuhvaća pet županija: Brodsko-posavska, Osječko-baranjska, Požeško-slavonska, Virovitičko-podravska i Vukovarsko-srijemska. U istraživanju su praćeni slijedeći parametri: zastupljenost poljoprivrednih površina pod integriranom ratarskom proizvodnjom u istočnoj Hrvatskoj, zastupljenost ratarskih kultura u integriranoj proizvodnji istočne Hrvatske i broj proizvođača koji proizvode ratarske kulture u istočnoj Hrvatskoj.

U 2013. godini je pod stručnim nadzorom integrirane proizvodnje bilo 89.871,15 ha poljoprivrednih površina. Integrirana ratarska proizvodnja u odnosu na ukupnu integriranu proizvodnju u 2013. godini zauzimala je 89 %. Tijekom 2014. godine u Hrvatskoj je stručnim nadzorom integrirane proizvodnje obuhvaćeno ukupno 100.783,18 ha poljoprivrednih površina, od kojih su 94 % površine pod ratarskom proizvodnjom. Integrirana ratarska proizvodnja u istočnoj Hrvatskoj zauzima 93 % poljoprivrednih površina integrirane ratarske proizvodnje Hrvatske. Početkom 2013. godine u Upisniku integrirane proizvodnje evidentirana su 683 poljoprivredna proizvođača (Ministarstvo poljoprivrede, 2014.), nakon prijave proizvođača, stručni nadzor integrirane ratarske proizvodnje uključivao je 331 poljoprivredno gospodarstvo. Od 740 proizvođača upisanih u Upisnik integrirane proizvodnje početkom 2014. godine (Ministarstvo poljoprivrede, 2014.), stručni nadzor po prijavama proizvođača u integriranoj ratarskoj proizvodnji obuhvaćao je 342 poljoprivredna gospodarstva.

Tijekom 2013. i 2014. godine praćena je zastupljenost slijedećih ratarskih kultura u integriranoj proizvodnji: kukuruz, pšenica, šećerna repa, suncokret, uljana repica, soja, ječam, lucerna, pšenoraž, TDS, ljulj talijanski, travna smjesa, stočni grašak, raž, duhan, zob, kamilica, uljna tikva, krumpir, sudanska trava, stočni sirak, DTS, proso, djetelinska smjesa, heljda, rauola, krmna repica, facelija, stočna repa, konoplja, lan, grahorica, ljulj engleski.

## Rezultati i rasprava

Tijekom stručnog nadzora integrirane proizvodnje u istočnoj Hrvatskoj 2013. godine utvrđeno je 83.850,59 ha pod ratarskim kulturama, dok se sa utvrđenih 88.669,19 ha u 2014. godini bilježi porast istih. Tijekom obje sezone najzastupljenija ratarska kultura je pšenica, za kojom je slijedio uzgoj: kukuruza, šećerne repe, soje i suncokreta, dok je zastupljenost ostalih kultura bila na površinama manjim od 5.000 ha (Tablica 1.).

Tablica 1. Zastupljenost poljoprivrednih kultura u integriranoj ratarskoj proizvodnji istočne

Kultura	Površina (ha)		Kultura	Površina (ha)		Kultura	Površina (ha)	
	2013.	2014.		2013.	2014.		2013.	2014.
Pšenica	22.836,41	19.758,90	Ljulj talijanski	235,31	517,87	Raž	26,00	308,34
Kukuruz	21.421,33	20.452,59	Zob	208,91	164,08	Proso	23,89	28,78
Šećerna repa	7.564,48	9.554,24	Ječam sjemenski	197,64	839,64	Krmna repica	21,84	2,55
Suncokret	6.162,65	6.164,71	Sudanska trava	179,54	124,69	Zob sjemenska	18,92	108,44
Soja	6.080,49	5.070,56	Uljna tikva	147,26	92,59	Facelija	9,50	0,74
Uljana repica	3.463,40	4.933,20	Kamilica	144,87	143,84	Suncokret sjemenski	9,00	0,00
Ječam	3.899,37	4.860,27	Stočni sirak	141,10	118,19	Djetelinska smjesa	7,20	18,10
Pšenica sjemenska	2.372,79	6.139,44	Sirak	136,56	0,00	Ljulj engleski	6,86	0,00
Lucerna	2.295,78	2.379,08	Uljana repica sjemenska	95,80	0,00	TDS	0,00	613,80
Mješoviti ratarski usjevi	2.272,24	317,53	Stočni grašak sjemenski	50,66	124,92	Uljna tikva sjemenska	0,00	9,40
Kukuruz sjemenski	1.200,02	2.279,48	Krumpir	47,35	90,02	Rauola	0,00	6,85
Soja sjemenska	803,44	1.742,58	Heljda	37,61	0,00	Stočna repa	0,00	2,39
DTS	559,59	47,34	Pšenoraž sjemenski	36,97	45,56	Konoplja	0,00	2,00
Pšenoraž	510,98	615,12	Stočni grašak	31,99	323,44	Lan	0,00	1,00
Travna smjesa	281,72	403,98	Lucerna sjemenska	29,98	41,65			
Duhan	254,39	221,29	Ključasta oštrica	26,75	0,00	<b>UKUPNO</b>	<b>83.850,59</b>	<b>88.669,19</b>

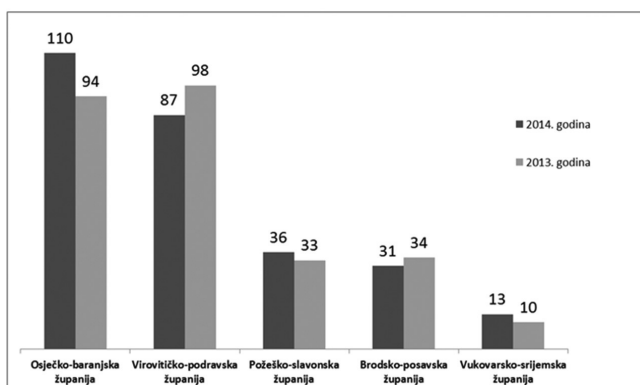
Tijekom 2013. godine u pet županija istočne Hrvatske utvrđena je različita zastupljenost ratarskih kultura u integriranom uzgoju. Tako na području Brodsko-posavske županije u 2013. godini u integriranu ratarsku proizvodnju bilo je uključeno 3.262,83 ha poljoprivrednih površina. Uz dominirajuće kulture (kukuruz, pšenica, šećerna repa, suncokret, soja) utvrđen je uzgoj lucerne na 56,14 ha. Osječko-baranjsku županiju karakterizira najveći broj poljoprivrednih površina pod integriranom ratarskom proizvodnjom 48.147,17 ha. Uz dominirajuće kulture uzgajani su ječam na 2.802,86 ha, lucerna na 1.831,04 ha, uljana repica na 1.236,78 ha, zob na 27,97 ha te proso na 23,89 ha. Uz uzgoj dominirajućih kultura Požeško-slavonske županije značajan je uzgoj: ječma na 530,02 ha, zobi na 164,87 ha, duhana na 99,99 ha, sirka na 64,99 i uljne tikve na 28,60 ha. U Virovitičko-podravskoj županiji nadzor je obuhvaćao 11.599,81 ha. Uz dominirajuće kulture utvrđen je uzgoj duhana na 154,40 ha, kamilice na 129,00 ha, uljne tikve na 118,66 ha i heljde na 37,61 ha. U Vukovarsko-srijemskoj županiji pored dominirajućih kultura utvrđen je uzgoj lucerne na 325,44 ha.

U 2014. godini rezultatima istraživanja utvrđeno je da su u Brodsko-posavskoj županiji povećane ukupne površine pod integriranom ratarskom proizvodnjom na 3.573,67 ha. Pored dominirajućih kultura uzgajan je ječam na 429,59 ha. U Osječko-baranjskoj županiji također su povećane površine na 52.975,85 ha. Osim dominirajućih kultura uljana repica je uzgajana na 2.613,86 ha, a lucerna na 1.863,09 ha. U Požeško-slavonskoj županiji uz dominirajuće kulture uzgajani su ječam na 528,65 ha i zob na 217,37 ha, a uljna tikva je uzgajana na 44,63 ha. U Virovitičko-podravskoj županiji uz uzgoj dominirajućih kultura bio je značajan uzgoj duhana na

132,08 ha, kamilice na 113,95 ha, lucerne na 79,04 ha i uljne tikve na 47,16 ha. U ovoj sezoni se može spomenuti uvođenje kultura koje se već duže vrijeme nisu proizvodile, a među kojima su konoplja na 2,00 ha i lan na 1,00 ha. U Vukovarsko-srijemskoj županiji uz dominirajuće kulture značajan je kao i u prethodnoj sezoni uzgoj lucerne koji je u 2014. godini povećan na 429,99 ha, za kojom slijedi uzgoj ječma na 251,26 ha.

Usporedbom obje sezone vidljivo je ukupno povećanje površina pod integriranom ratarskom proizvodnjom u istočnoj Hrvatskoj, iako su u Virovitičko-podravskoj županiji u 2014. godini u odnosu na 2013. godinu poljoprivredne površine smanjene za 916,93 ha. Uz dominirajuće kulture: kukuruz, pšenicu, šećernu repu, suncokret i soju, važno mjesto zauzima uzgoj lucerne i ječma, a vidljivo je povećanje uzgoja raži i pšenoraži. U Virovitičko-podravskoj i Požeško-slavonskoj županiji u obje sezone u porastu je uzgoj uljne tikve. U Virovitičko-podravskoj županiji uz dominirajuće ratarske kulture uzgajaju se duhan i kamilica. Stručnim nadzorom je utvrđeno da dio poljoprivrednih proizvođača nije bio u mogućnosti poštovati zahtjeve propisane tehnološkim uputama za integriranu ratarsku proizvodnju vezano za plodored. S druge strane proizvođači u cilju zadovoljenja propisanih uvjeta proširuju proizvodnju s kulturama poput konoplje i lana.

Tijekom 2013. godine proveden je stručni nadzor integrirane ratarske proizvodnje u istočnoj Hrvatskoj na ukupno 269 poljoprivrednih gospodarstava (Grafikon 1.). Najveći broj (98) poljoprivrednika bio je u Virovitičko-podravskoj županiji, a najmanji broj (10) poljoprivrednika bilo je u Vukovarsko-srijemskoj županiji.



Grafikon 1: Broj proizvođača u nadzoru integrirane ratarske proizvodnje istočne Hrvatske u 2013. i 2014. godini

U 2014. godini vidljivo je značajno smanjenje broja poljoprivrednih gospodarstava u nadzoru integrirane ratarske proizvodnje na području Virovitičko-podravsko županije (Grafikon 1). Prethodno spomenuto smanjenje površina u ovoj županiji može se povezati s navedenim smanjenjem broja proizvođača. U Brodsko-posavskoj županiji tijekom 2014. godine također se smanjio broj poljoprivrednika, dok je tijekom 2014. godine stručnim nadzorom utvrđeno povećanje broja poljoprivrednih proizvođača u integriranoj ratarskoj proizvodnji Osječko-baranjske županije, koji je iznosio 110 gospodarstava. Iz rezultata nadzora također je vidljivo povećanje broja poljoprivrednih proizvođača u ratarskoj integriranoj proizvodnji Požeško-slavonske i Vukovarsko-srijemske županije.

## Zaključak

U integriranoj ratarskoj proizvodnji istočne Hrvatske najviše se proizvode kukuruz, pšenica, šećerna repa, suncokret, soja. Uz dominirajuće kulture na cijelom području istočne Hrvatske povećava se proizvodnja: lucerne, ječma, raži i pšenoraži, dok se u Virovitičko-podravskoj i Požeško-slavonskoj županiji bilježi porast proizvodnje uljne tikve. U Osječko-baranjskoj županiji stručnim nadzorom utvrđeno je najviše poljoprivrednih površina pod integriranom ratarskom proizvodnjom i najveći broj proizvođača. Rastom broja proizvođača i povećanjem površina u integriranoj ratarskoj proizvodnji uz prihvaćanje propisanih tehnoloških načela postupno se uvode u proizvodnju ratarske kulture koje nisu bile zastupljene na početku uspostavljanja integrirane proizvodnje poput konoplje i lana.

## Literatura

1. Državni zavod za statistiku. (2014): Žetvena površina u hektarima, Republika Hrvatska. <http://www.dzs.hr/> (27.2.2015.).
2. <http://www.mps.hr/UserDocsImages/INTEGRIRANA/2015/Integrirana%20proizvodnja%202014.docx-web.pdf> (25.2.2015.).
3. Ministarstvo poljoprivrede (2014): Integrirana proizvodnja poljoprivrednih proizvoda u RH-pregled po godinama 2010-2014.
4. NN 137/12 (2012): Ministarstvo poljoprivrede. Pravilnik o integriranoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda. Narodne novine d.d., Službeni list Republike Hrvatske.
5. NN 59/14 (2014): Ministarstvo poljoprivrede. Pravilnik o izmjenama i dopunama pravilnika o integriranoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda. Narodne novine d.d., Službeni list Republike Hrvatske.
6. Pohajda, I., Prnjak, M. (2014): Integrirana proizvodnja voća u Republici Hrvatskoj. Zbornik sažetaka 9. Znanstveno-stručno savjetovanje hrvatskih voćara s međunarodnim sudjelovanjem. Hrvatska voćarska zajednica, Savjetodavna služba. Split, 32-33.
7. Pohajda, I., Ševar, M. (2014): Postupak stjecanja znaka integrirane proizvodnje. Zagreb. Savjetodavna služba. Zagreb, ISBN 978-953-6763-47-4.

## Integrated crop production in eastern Croatia

### Abstract

The results of the scientific report on the integrated crop production in eastern Croatia in the years 2013 and 2014 aimed at revealing the acceptance of the integrated crop production principles and the representation of various crops in these regions. Eastern Croatia, considered to be the most important lowland region in Croatia, is characterized by very favorable agroecological conditions for the growth of the crop production. The area spreads across 22 % of Croatia and includes the following five regions: Brodsko-posavska, Osječko-baranjska, Požeško-slavonska, Virovitičko-podravska and Vukovarsko-srijemska. Given that the Advisory Service, as defined by the Regulations on Integrated production of agricultural products (Official Gazette 137/12, 59/14), is conducting the professional control of integrated production from 2013 on, the results of the control of the integrated crop production from 2013 and 2014 confirm that in addition to the prevalent wheat and corn, the most commonly grown crops are sugar beet, soybean and sunflower. Due to the regulatory requirements of the corresponding technological instructions, which are associated to the integrated crop production, the growth in the following crops was perceived: rye, triticale, hemp and flax. With the increased use of the integrated crop production, the cultivated area of crops which have until recently been under-represented in the integrated production is also increasing over time.

**Keywords:** integrated production, control, representation of field crops

## Medonosne biljne vrste sjeveroistočne Hrvatske

Sanda Rašić<sup>1</sup>, Edita Štefanić<sup>1</sup>, Ivan Štefanić<sup>1</sup>, Slavica Antunović<sup>2</sup>, Davor Šego<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1 d, Osijek, Hrvatska, e-mail: srasic@pfos.hr*

<sup>2</sup>*Veleučilište u Slavanskom Brodu, Dr. M. Budaka 1, Slavonski Brod, Hrvatska*

<sup>3</sup>*Student, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska*

### Sažetak

U medonosne biljne vrste sjeveroistočne Hrvatske pripadaju biljke samonikle flore, te mnoge uzgajane kulturne biljne vrste. Poznavanje biljaka i njihovog staništa od velike je važnosti za pčelare radi poboljšanja pčelinje paše. Cilj ovoga rada je predstaviti i pobliže opisati najznačajnije medonosne biljne vrste tog dijela Hrvatske. Porodice u koje pripadaju te vrste, a važne su za pčelarstvo su: Lamiaceae (usnače), Salicaceae (vrbe), Rosaceae (ružičnjače), Fabaceae (lepirnjače), Asteraceae (glavočike) i Brassicaceae (krstašice).

**Ključne riječi:** medonosno bilje, sjeveroistočna Hrvatska

### Uvod

Pčelarstvo u Hrvatskoj ima dugu tradiciju. Proizvodnja meda ima gospodarsku važnost, a poznavanje medonosnih biljnih vrsta te njihove rasprostranjenosti važno je za razvoj pčelarstva. Medonosne biljke pčelama daju pčelinju pašu, odnosno iz njihovih cvjetova pčele uzimaju pelud i nektar. Vrlo su rijetke biljke koje pčele ne posjećuju. Između biljaka i pčela postoji povezanost i ovisnost. Uzimajući pelud i nektar pčele obavljaju oprašivanje biljke, odnosno pomažu pri oplodnji. To govori u prilog da o pčelama ovisi opstanak velikog broja biljnih vrsta (Laktić i Šekulja, 2008.).

Cvjetovi entomofilnih vrsta imaju različite prilagodbe za oprašivanje kukcima, a privlače ih i boja i miris. Entomofilni cvjetovi su relativno veliki, solitarni s obojanim ocvijećem, dok su sitni grupirani u cvatove (Bačić, 2003.).

Pelud ovih biljaka je uglavnom veća, hrapave površine i ljepljiva. Osim toga ova pelud je bogatija bjelančevinama, mastima i ugljikohidratima u odnosu na pelud anemofilnih vrsta (Šimić, 1980.). Međutim, i pelud entomofilnih biljaka razlikuje se po svom sastavu, pa razlikujemo dobru pelud, srednje dobru pelud i slabu pelud (Laktić i Šekulja, 2008.). U dobre peludi spadaju: vrba, voće, repica, djeteline i druge. Srednje dobra pelud je kod npr. lijeske, topole i bukve.

Medonosna flora je sastavni dio flore nekog područja i u vezi je sa klimatskim prilikama tog područja. U Hrvatskoj je utvrđeno 5003 vaskularnih biljnih vrsta i podvrsta, te se nalazi na trećem mjestu u Europi po broju vrsta po jedinici površine (Nikolić i Topić, 2005., Nikolić, 2013.). Sveukupnu medonosnu floru Hrvatske dijelimo na kontinentalne i sredozemne medonosne biljne vrste.

Dujmović Purgar i Hulina (2007.) istraživali su medonosne biljne vrste Plešivičkog prigorja, a Britvec i sur. (2013.) medonosno bilje kamenjarskih pašnjaka otoka Krka, Cresa i Paga. O važnosti poznavanja medonosnog bilja govori i Štefanić i sur. (2012.) kao i Zima (2007.). U najvažnije medonosne biljne porodice pripada porodica Lamiaceae (usnače). Unutar te porodice su gotovo sve biljne vrste medonosne. Zatim slijede porodice Salicaceae (vrbe), Rosaceae (ružičnjače), Fabaceae (lepirnjače), Asteraceae (glavočike) i Brassicaceae (krstašice) (Bačić i Sabo, 2007.).

## Materijal i metode

Rad predstavlja pregled relevantnih literaturnih navoda i botaničke literature. Medonosne biljne vrste izdvojene su prema literaturi: Šarić (1978.), Jašmak (1980.), Šimić (1980.), Hulina (1998.), Tucak i sur. (1999.), te Dubravec i Dubravec (2001.). Podaci o medonosnim vrstama dobiveni su usporedbom medonosnih vrsta iz literature te njihovog nalaženja u Hrvatskoj prema Flora Croatica Database (Nikolić, 2013.). Nomenklatura je usklađena prema istom izvoru.

## Rasprava

Većina medonosnih biljaka Hrvatske pripada kritosjemanjačama (Bačić i Sabo, 2007.). Medonosne biljke sjeveroistočne Hrvatske mogu se podijeliti na drvenaste i zeljaste. Najveći broj medonosnih biljnih vrsta javlja se na ruderalnim staništima, zatim uz putove, rubove kanala, u voćnjacima, vinogradima, na livadama i u vrtovima. Ruderalne biljne vrste imaju dugo razdoblje cvatnje, dok livadne zajednice imaju veći broj medonosnih biljnih vrsta. Kako cvatnja medonosnog bilja traje od siječnja pa do kasne jeseni razlikujemo neke značajne pčelinje paše.

## Rana proljetna paša

Lijeska (*Corylus avellana* L.) je grm koji raste samoniklo po šikarama i živicama. Na području Baranje plantažni uzgoj ove biljke poprima sve veći značaj. Lijeska cvjeta veoma rano u proljeće. Pelud lijeske je hrana za mlade pčele, stoga je važna za uzgoj prvog pčelinjeg legla. Međutim, lijeska ponekad cvjeta prerano kada pčele još nisu izašle iz košnica. Jedan grm cvjeta oko tjedan dana. Ova biljka pčelama daje obilje peluda.

U rano proljeće pčelinju pašu daju i prve proljetnice. Tu spadaju visibaba (*Galanthus nivalis* L.) koja se javlja na vlažnim terenima, te početkom ožujka daje pčelama mnogo peluda i nektara. Visibabe cvatu 2-3 tjedna. Jaglac (*Primula vulgaris* Huds.) raste na rubovima šuma, između grmlja i oko obala rijeka. Cvate do mjesec dana, daje pelud i malo nektara.

## Urbina i voćna paša

Predstavnici porodice Salicaceae roda *Salix* (vrbe) čine oko 20 vrsta listopadnih drveta ili grmova koji obitavaju na vlažnim staništima, najčešće uz obale nizinskih rijeka. Takvih mjesta ima pored Dunava, Drave i Save, te manjih potoka. To su drveća čiji su cvjetovi skupljeni u rese i cvjetaju krajem ožujka i početkom travnja. Vrbe (*Salix* sp.) pčelama osiguravaju ranu pašu i stoga su važne za pčelarstvo (Šimić, 1980.). Ovi cvjetovi stvaraju mnogo više peluda nego nektara. Njihov med je izuzetno ljekovit. Ovoj porodici pripada i rod *Populus* (topole), koji kao i vrbe obitavaju na vlažnim staništima. Topole su važne za pčelarstvo zbog peluda i propolisa. Nektar ne stvaraju jer nemaju nektarije (Tucak i sur. 1999.).

U drvenaste medonosne biljne vrste pripada i porodica Rosaceae. Predstavnici ove porodice su pretežito voćke: šljiva (*Prunus domestica* L.), višnja (*Prunus cerasus* L.), breskva (*Prunus persica*

(L.) Batsch., jabuka (*Malus* sp.), kruška (*Pirus* sp.) i druge. Cvatnja voćnih vrsta počinje nakon proljetnica, a prije cvatnje bagrema.

Šljiva je listopadno drvo visoko do 8 m, podrijetlom iz Azije. Cvatnja počinje već početkom travnja, traje oko tjedan dana, a na njihovim cvjetovima pčele sakupljaju pelud i nektar. Breskva vodi podrijetlo sa područja Irana. Cvjetovi se razvijaju početkom travnja. Veći broj sorata breskve uzgaja se u kontinentalnom dijelu Hrvatske. Višnja je drvo ili grm koji potječe iz Indije i Irana. Rasprostranjena je kao kultivirana i kao podivljala voćka. Cvjeta u travnju i pčelama daje pelud i nektar.

Kultivirane vrste jabuka i krušaka su drveća i cvjetaju u travnju sa obiljem nektara i peluda. Smatra se da pčele svojim posjetom cvjetova pospješuju zametanje plodova i tako povećavaju prinos voća.

### Uljana repica

Vrste porodice Brassicaceae su jednogodišnje ili višegodišnje biljke, a najznačajniji predstavnik je uljana repica (*Brassica napus subsp. oleifera* DC.). Repica se sve više uzgaja na oranicama. Biljka cvjeta u travnju 20-tak dana i pčelama daje veliku količinu peluda i nektara, i zato je cijenjena pčelinja paša (Hulina, 2011.).

### Bagrem

Od drvenastih predstavnika iz porodice Fabaceae najznačajniji je bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.). Iako se smatra invazivnom vrstom (Nikolić i sur., 2014.), najvažnija je medonosna biljka Europe. Ovo listopadno drvo podrijetlom je iz Sjeverne Amerike, a u Europu je doneseno početkom 17. stoljeća. Može dosegnuti visinu od 20 – 30 m. Bagrem cvjeta prije listanja, polovicom svibnja (Šimić, 1980.). Raste na gotova svim vrstama tala, stoga je veoma rasprostranjen. Bagrem je otporan na onečišćenja zraka i na štetnike (Hulina, 1993.). Na području Baranje tvori šume, dok u ostalim dijelovima pokriva manje površine (Bačić i Sabo, 2007.). Nektariji luče mnogo nektara, a peluda je malo. Izlučivanju nektara pogoduju tople noći, s dosta jutarnje rose i dani bez vjetra. Med bagrema je izuzetno cijenjen.

Bagremac (*Amorpha fruticosa* L.) je pripadnik porodice Fabaceae, a podrijetlom je iz Sjeverne Amerike. Ovaj listopadni grm je u Europu stigao kao ukrasna i medonosna biljka. Raste uz željezničke pruge, ali i uz rubove šuma i na čistinama. Bagremac cvjeta nakon bagrema, a cvatnja traje dvadesetak dana. Pčele posjećuju cvjetove bagremca tijekom cijelog dana (Štefanić i sur., 2005.).

### Suncokret

Porodica Asteraceae obiluje medonosnim vrstama. Od velike je važnosti za pčelarstvo suncokret (*Helianthus annuus* L.). Biljka je podrijetlom iz Meksika i Perua, a kod nas se uzgaja kao poljoprivredna kultura radi proizvodnje ulja. Cvjeta krajem lipnja i početkom srpnja. Cvjetanje traje 20 dana. Za dobro medenje pogoduje mu toplo vrijeme s dosta vlage u zraku.

Mnoge korovne vrste iz ove porodice su i medonosne. Obični stolisnik ili hajdučka trava (*Achillea millefolium* L.) je biljka koja nastanjuje suhe livade i pašnjake, vinograde i voćnjake. Cvjeta od lipnja do listopada, a pčele s nje skupljaju samo pelud. I poljski osjak (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) je korovno-ruderalna biljka koja cvjeta od lipnja do kolovoza i daje mnogo peluda. Raste na loše obrađenim oranicama, a ima ga i u poplavnim područjima velikih rijeka, te u ritovima pored Dunava. Gotovo cijele godine cvjeta i ljekoviti maslačak (*Taraxacum officinale* Web.). Ova biljka



spada u dobre medonosne i daje obilje peluda. Za pčele je važna u proljeće, i to prije i poslije voćne paše. Za pčelarstvo je važan i crveni različak (*Centaurea jacea* L.) koji raste većinom na livadama i pašnjacima te pokraj putova. Cvate od lipnja do kasne jeseni, a pčele ga obilaze cijeli dan. Sikavica (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) proizvodi veliku količinu nektara i peluda koji privlače pčele. Potječe iz Sjeverne Afrike, a kao korov proširila se po livadama, rubovima kanala i ruderalnim staništima. Cvjeta od lipnja do kolovoza (Rašić i sur., 2009.).

### Zlatošipka i kasna jesenja paša

Iz porodice Asteraceae veliku važnost ima i zlatošipka (*Solidago sp.*). Ova biljka cvjeta od srpnja do kolovoza, odnosno rujna, te daje kasnu pčelinju pašu. Zlatošipka je podrijetlom iz Sjeverne Amerike, a u Europu je došla u 19 stoljeću kao ornamentalna biljka. Obzirom da je veoma invazivna vrsta (Nikolić i sur., 2014.) proširila se po kanalima, uz rubove šuma i na neobrađenim i napuštenim poljima (Štefanić i sur., 2003.). Raste na pjeskovitim zemljištima pored Drave i Save i nekih drugih rijeka.

### Značajne medonosne biljke

Zeljaste medonosne biljke su veoma brojne. Iz porodice Fabaceae značajne su djeteline (*Trifolium sp.*) koje se javljaju na livadama. Ima mnogo vrsta djetelina i jako su rasprostranjene. To su trajnice uspravne ili puzave stabljike. Cvjetaju od svibnja do kasne jeseni. Bijela djetelina (*Trifolium repens* L.) cvjeta sve do prvih jesenjih mrazeva. Njihov med spada među bolji med. Medonosne su i mnoge druge vrste iz ove porodice kao npr. *Vicia sativa* L., *Lathyrus pratensis* L. i *Melilotus officinalis* (L.) Pallas koje cvatu cijelo ljeto. Grahorice (*Vicia sp.*) su jednogodišnje i višegodišnje samonikle biljke koje pčelama daju vrlo dobru pašu. Rastu na livadama, u usjevima i na ruderalnim staništima. Lučenje nektara je veće za vlažnog i toplog vremena. Ljekoviti kokotac (*Melilotus officinalis* (L.) Pallas) raste na pjeskovitom tlu, pored rijeka, kanala, nasipa i pruga. Cvjeta u srpnju i kolovozu i vrlo je medonosna vrsta.

Lamiaceae je porodica čiji su predstavnici gotovo sve medonosne vrste. Mnogi od njih su česti korovi. Obitavaju na ruderalnim staništima, pored ograda, u blizini ljudskih naselja. Pripadnici ove porodice mogu cvjetati i tokom cijele godina ako vremenski uvjeti to dozvole.

### Zaključak

Pčele i biljke čine nerazdvojnu cjelinu. To zajedništvo važno je u biološkoj ravnoteži. Postoji nekoliko tisuća biljnih vrsta koje luče nektar i daju pelud, ali samo neke su važne za pčelarstvo. Stoga je važno prepoznavati medonosne biljke na terenu, zatim staništa na kojima obitavaju i vremena njihove cvatnje. Praćenjem cvatnje medonosnih biljaka može se vidjeti kontinuitet cvatnje od proljeća do kasne jeseni.

### Literatura

1. Bačić, T. (2003): Morfologija i anatomija bilja. Pedagoški fakultet u Osijeku, Osijek
2. Bačić, T., Sabo, M. (2007): Najvažnije medonosne biljke u Hrvatskoj. Grafika d. o. o., Osijek.
3. Britvec, M., Ljubičić, I., Šimunić, R. (2013): Medonosno bilje kamenjarskih pašnjaka otoka Krka, Cresa i Paga. Agronomski glasnik 75(1): 31-41.
4. Dubravec, K. D., Dubravec, I. (2011): Biljne vrste livada i pašnjaka. Školska knjiga, Zagreb.
5. Dujmović Purgar, D., Hulina, N. (2007): Medonosne biljne vrste Plešivičkog prigorja (SZ Hrvatska). Agronomski glasnik 69(1): 3-22.
6. Hulina, N. (1998): Korovi. Školska knjiga, Zagreb.



7. Hulina, N. (2011): Više biljke stablašice. Sistematika i gospodarsko značenje. Golden marketing-Tehnička knjiga, Zagerb.
8. Jašmak, K. (1980): Medonosno bilje. Nolit. Beograd.
9. Laktić, Z., Šekulja, D. (2008): Suvremeno pčelarstvo. Nakladni zavod Globus. Zagreb
10. Nikolić, T. (2013): Flora Croatica baza podataka, On-line (<http://hirc.botanic.hr/fed>). Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
11. Nikolić, T., Mitić, B., Boršić, I. (2014): Flora Hrvatske. Invazivne biljke. Alfa. Zagreb.
12. Nikolić, T., Topić, J. (2005): Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
13. Rašić, S., Štefanić, E., Štefanić, I. (2009): Plants for bees: *Silybum marianum*. Journal of Apicultural Research and Bee World 48(4): 298-299.
14. Šarić, T. (1978): Atlas korova. Svjetlost. Sarajevo.
15. Šimić, F. (1980): Naše medonosno bilje. Znanje, Zagreb.
16. Štefanić, E., Puškadija, Z., Štefanić, I., Bubalo, D. (2003): Goldentod: a valuable plant for beekeeping in north-eastern Croatia. Bee World 84: 86-90.
17. 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.
18. Štefanić, E., Zima, D., Rašić, S., Radović, V. (2012): Botaničko porijeklo meda Požeške kotline. Zbornik radova 47 hrvatskog i 7 međunarodnog simpozija agronoma, Opatija, Agronomski fakultet u Zagrebu, 629-633.
19. Tucak, Z., Bačić, T., Horvat, S., Puškadija, Z. (1999): Pčelarstvo. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
20. Zima, D. (2007): Prilog poznavanju medonosnog bilja Hrvatske. Agronomski glasnik 69 (2): 147-160.

## Honey plants of north-eastern Croatia

### Abstract

In the honey plants of north-eastern Croatia belong wild flora plants, and many grown cultural plant species. Knowledge of plants and their habitat is of great importance for beekeepers to improve bee pastures. The aim of this paper is to present and describe in detail the most important honey plants that part of the Croatian. Families and plant species, which are important for beekeeping are: Lamiaceae (mint family), Salicaceae (willow), Rosaceae (rose family), Fabaceae (legumes), Asteraceae (daisy family) and Brassicaceae (crucifers).

**Key words:** honey plants, north-eastern Croatia

## Let kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) na području Osijeka od 1996. do 2013. godine

Marko Borić<sup>1</sup>, Emilija Raspudić<sup>2</sup>, Mirjana Brmež<sup>2</sup>, Karolina Vrandečić<sup>2</sup>,  
Marija Ivezić<sup>2</sup>, Andrija Brkić<sup>3</sup>, Ivana Majić<sup>2</sup>, Ankica Sarajlić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Student, Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska, e-mail: emilija.raspudic@pfos.hr

<sup>3</sup>Poljoprivredni institut, Južno predgrađe 17, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Kukuruzna zlatica *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte je kukac koji je već dvadeset godina prisutan na poljima kukuruza u Hrvatskoj. Cilj rada bio je prikazati let kukuruzne zlatice na poljima u monokulturi kukuruza u razdoblju od 1996. do 2013. godine. Let je praćen feromonskim mamcima CsaL♀m♂n<sup>®</sup> tipa PAL, te je dodatno 2012. godine postavljena žuta ljepljiva ploča. Prvi ulov kukuruzne zlatice bio je 24. 7. 1996. godine kada su ulovljena dva imaga. Tijekom istraživanja na feromonskim mamcima ulovljeno je od 2 do 7421 kukuruzna zlatica po mamcu. Mužjaci su lovljeni u duplo većoj brojnosti nego ženke, ali ima i godina kada su lovljeni samo mužjaci. Vrhunac brojnosti populacija najčešće je bio u drugoj dekadi srpnja. Let imaga kukuruzne zlatice najranije je započeo sredinom lipnja (2007.), a najkasnije je trajao do treće dekade listopada (2007.). Duljina leta kukuruzne zlatice u prosjeku trajala je 87 dana. Važno je obavljati monitoring kukuruzne zlatice te na osnovu njene populacije predvidjeti mjere suzbijanja.

**Ključne riječi:** monitoring, feromonski mamci, populacija kukuruzne zlatice

### Uvod

Kukuruzna zlatica *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte štetnik je porijeklom iz SAD-a, čije ličinke pričinjavaju ozbiljne štete korijenu kukuruza te uzrokuju smanjenje prinosa (Ivezić i sur. 2009a). Njena prisutnost u Europi prvi put je zabilježena 1992. godine u blizini međunarodne zračne luke Surčin (Bača, 1993.). Prema podacima EPPO danas je prisutna u 22 zemlje Europe. U Hrvatskoj je utvrđena 1995. godine u selu Bošnjaci te se Hrvatskom širila oko 40 km u smjeru zapada, a ima jednu generaciju godišnje (Maceljki, 2002.). Do 2003. godine proširila se na 80 % proizvodnih površina kukuruza (Igrc Barčić i sur., 2003). Nakon kopulacije ženke odlažu jaja koja ostaju u tlu sve do slijedeće godine i prvo izlijeganje jaja se javlja pri sumi od 209 °C efektivnih temperatura (Levine i sur., 1992.). Imaga iz tla izlaze u našim uvjetima u drugoj ili trećoj dekadi lipnja i lete sve do druge dekade listopada (Dobrinčić, 2001.) Mužjaci se javljaju prije ženki (Branson, 1987.). Ivezić i sur. (2009b.) u višegodišnjim istraživanjem utvrdili su sve raniju pojavu imaga, te se prvi imago može pojaviti već početkom lipnja. Imaga kukuruzne zlatice su dobri letači, pa se lako proširuju u nova područja. Žive od 5 do 7 tjedana, a nekad i dulje, naj-

aktivniji su u jutro i u sumrak, pri temperaturi višoj od 18 °C, koncentriraju se na poljima gdje se uzgaja kukuruz. Hrane se lišćem kukuruza, na svili te peludom na metlici. Praćenje pojave kukuruzne zlatice provodi se feromonskim mamcima koji mogu utvrditi i malu zarazu ili žutim ljepljivim pločama koje nisu najpouzdanije kod slabe zaraze. Ovisno o vrsti mamca razlikuju se ulovi zlatica tako Ivezic i sur. (2002.) navode kako je feromonskim mamcima uhvaćeno 85 %, žutim pločama 8 % i hranidbenim mamcima 7 % imaga kukuruzne zlatice. Prema Tóthu (2005.) feromonski mamci na nekim lokacijama hvatali su preko 200 % više zlatica nego žute ploče. Džoić i sur. (2010.) razvijaju model koji pouzdano prognozira pojavu imaga u istočnoj Slavoniji. Praćenje populacije pomoću feromonskih mamaca od osobite je važnosti za proizvođače kukuruza koje nisu u mogućnosti poštovati pravila plodoreda. Upotrebom mamaca i praćenjem brojnosti imaga moguće je utvrditi visinu populacije zlatice kao i moguće ekonomske štete u proizvodnji.

## Materijal i metode

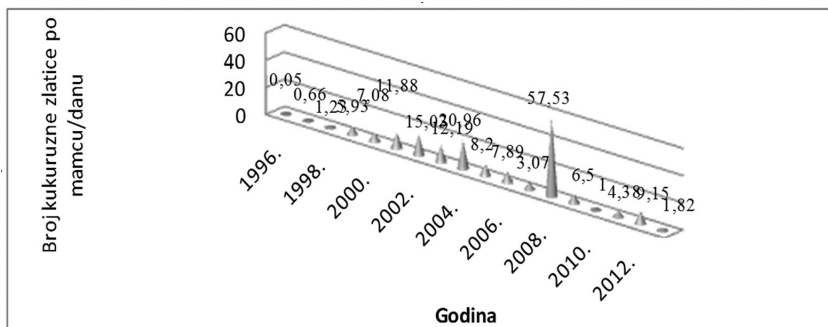
Let kukuruzne zlatice praćen je na lokaciji Poljoprivrednog instituta Osijek u razdoblju od 1996. do 2013. godine. Za praćenje leta upotrjebljeni su feromonski mamci CsaLm<sup>®</sup> tipa PAL koji su postavljani u polje s višegodišnjom monokulturom kukuruza. Ferotrap s feromonom postavljan je na biljku kukuruza u visini klipa, mijenjan je jednom mjesečno, a pregledavan je jednom tjedno. U 2008. godini mamci su mijenjani svakih 20 dana i pregledavani dva puta tjedno. U periodu praćenja postavljeno je od jedan do tri mamca na udaljenosti jedan od drugog 30 m. Na osnovu morfoloških obilježja kukuruzne zlatice (Bača, 1993.) od 2002. godine bilježio se broj ulovljenih mužjaka i ženki zlatice. U početku istraživanja mamac je postavljan ovisno o godinama u drugoj ili trećoj dekadi lipnja, od 2006. godine postavljan je početkom lipnja, a ulovi su praćeni do kraja rujna ili listopada. Brojnost kukuruzne zlatice izražena je po danu i po mamcu. U 2012. godini postavljena je i žuta ljepljiva ploča radi usporedbe hvatanja zlatica s feromonskim mamcem, a postavlja na isti način kao i feromonski mamac.

## Rezultati i rasprava

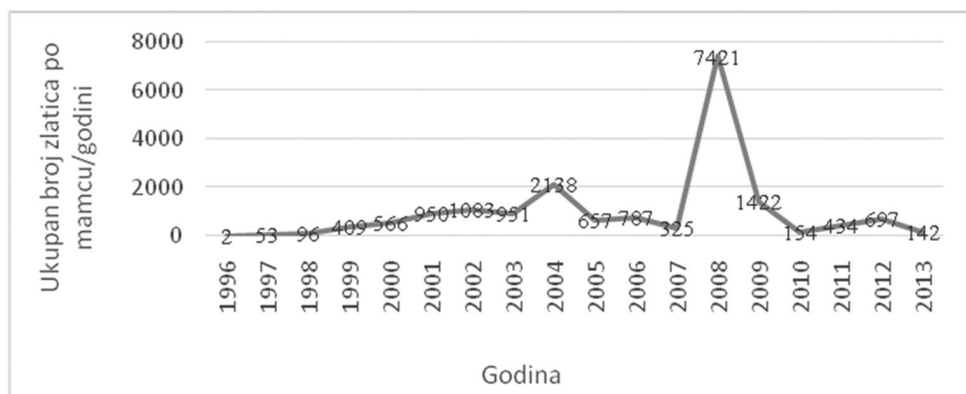
Na lokalitetu Poljoprivrednog instituta Osijek praćen leta kukuruzne zlatice započeo je 1996. godina kada je 24. srpnja uhvaćena prva jedinka. Do kraja promatranja (39 dana) te godine ulovljena je još jedna jedinka. Početak leta kukuruzne zlatice u 11 godina praćenja zabilježen je u lipnju, a u ostalih 7 godina praćenja u srpnju. Prosječna dužina leta bila je 87 dana, a kretala se od 39 dana (1996.) do 134 dana (2007.). Duljina vegetacije kukuruza utječe i na ishranu zlatice, jer će ona migrirati na kasnije zasijana polja, jer na njima ima svile, u potrazi za hranom. Klimatske prilike (temperatura i vlaga) također imaju određeni utjecaj na populaciju kukuruzne zlatice u polju. Uslijed prekomjerne količine oborina, koje su 2010. godine izazvale poplavu u polju tijekom svibnju i lipnju utjecale su i na populaciju kukuruzne zlatice (Brkić, 2012.). Od 1996. do 2013. godine populacija kukuruzne zlatice višestruko se povećala. Dinamika leta i brojnost ulovljenih kukuruznih zlatica po mamcu i godini kretala se od 2 (1996.) do 7421 (2008.) (Grafikon 1.).

Radi usporedbe ulova kukuruznih zlatica na feromonskim mamcima i žutim ljepljivim pločama u 2012. je postavljena je žuta ljepljiva ploča na kojoj je ulovljeno 15 mužjaka i 6 ženki. Prosječan ulov, za područje SAD-a, od 5 imaga dnevno po žutoj ploči može predstavljati opasnost od ličinki u slijedećoj godini kod uzgoja u monokulturi (Edward i sur. 1994.). Za broj ulovljenih kukuruznih zlatica na feromonskim mamcima nema utvrđenog kritičnog broja. Rezultatima istraživanja na području Osijeka utvrđeno je 0,05 (1996.) do 57,53 (2008.) imaga/ mamcu/danu (Grafikon 2.). Brkić (2012.) navodi da je korištenje feromonskih mamaca samo okviran pokazatelj brojnosti te

postoje mnogi čimbenici koji utječu na monitoring mamcima jer veća brojnost ne mora značiti i veći napad.



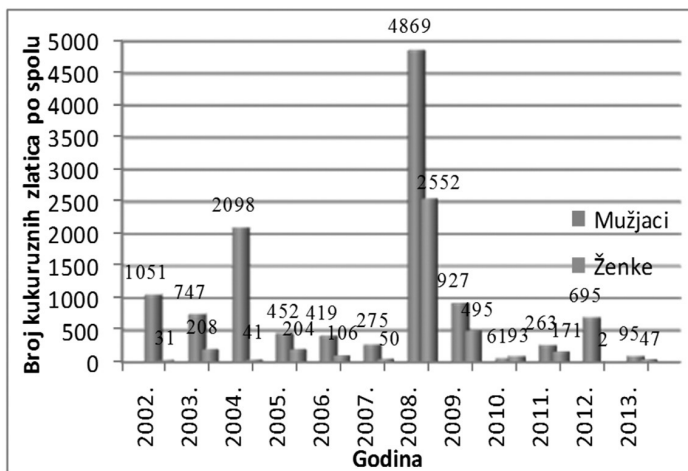
Grafikon 1. Dinamika leta i broj kukuruznih zlatica na feromonskom mamcu po danu leta na području Osijeka od 1996 do 2013. Godine



Grafikon 2. Prosječan broj kukuruznih zlatica na feromonskom mamcu/danu leta od 1996. do 2013. godine

U prvih šest godina istraživanja na feromonskim mamcima ulov se nije razdvajao po spolu. Od 2002. godine posebno se broje mužjaci, a posebno ženke (Grafikon 3.). Godine 2008. zabilježen je najveći broj ulovljenih mužjaka (4869) i ženki (2552). Ovako velik ulov posljedica je intenzivnijeg monitoringa u ovoj godini, odnosno bilo je više mamaca koji su se češće mijenjali te su svježi mamci ulovili veći broj zlatica.

Najveći postotak uhvaćenih mužjaka u odnosu na ženke je u 2012. godini gdje je ulovljeno 99,7 % mužjaka, te u 2002. godina s 97 % mužjaka. U cijelom istraživanju ulovljeno je više mužjaka nego ženki, jedino u 2010. godini je uhvaćeno više ženki (60 %) od mužjaka. Uzimajući u obzir cjelokupno istraživanje, na feromonskim mamcima ulovljeno je 76% mužjaka i 24 % ženki.



Grafikon 3. Broj ulovljenih mužjaka i ženki kukuruzne zlatice po mamcu od 1996. do 2013. godina lokalitet Poljoprivredni institut Osijek

Najveći brojnost imaga ulovljen je u srpnju i kolovozu, a u pojedinim godinama kad se zlatica pojavila nešto ranije veliki broj je lovljen i u lipnju (2009.).

Feromonski mamci su vrlo dobar alat za utvrđivanje prisustva kukuruzne zlatice u polju kukuruza (Ivezić i sur., 2009.b). Tijekom istraživanja na njih je uhvaćeno od 2 do 7421 imaga/mamcu, a ne može se sa sigurnošću povezati brojnost populacije i nastala oštećenja što ukazuje na složeniju međuovisnost čimbenika odgovornih za biološku interakciju kukuruza i kukuruzne zlatice (Brkić, 2012.).

## Zaključak

Feromonski mamci zasigurno su dobar alat za praćenje leta kukuruzne zlatice. U prvoj godini istraživanja lovili su i najmanju populaciju (2 jedinke 1996.). Na feromonskim mamcima ulovljeno je 76% mužjaka i 24% ženki i na žutoj ploči ulovljeno je više mužjak nego ženki samo je ukupna brojnost ulovljenih zlatica višestruko manji te žute ploče nisu najpouzdaniji način praćenja leta posebno gdje je populacija slaba. Imaga kukuruzne zlatice lete od lipnja do listopada ovisno o godini i na istraživanom polju bila je prisutna u prosjeku 87 dana.

## Literatura

1. Bača, F. (1993.): New member of the harmful entomofauna of Yugoslavia *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae). *Zaštita bilja*, 45 (2): 125-131.
2. Branson, T.F., (1987.): The contribution of pre-hatch and post-hatch development to protandry in the Chrysomelid, *Diabrotica virgifera virgifera*. *Entomol. Exp. Appl.* 43 (3): 205-208.
3. Brkić, A. (2012.): Genotipska varijabilnost prirodne otpornosti na kukuruznu zlaticu (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) u germoplazmi kukuruza. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek: 39-44.
4. Dobrinčić, R. (2001): Istraživanje biologije i ekologije *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte novi član entomofaune Hrvatske. Doktorska disertacija, Agronomski fakultet Zagreb: 222.

5. Džoić, D., Ivezic, M., Raspudić, E., Brmež, M. (2010): Razvoj modela za prognozu pojave odraslih oblika kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) na području istočne Slavonije. 45. Hrvatski i 5 međunarodni simpozij agronoma, Opatija 15.-19. veljače 2010: 702-706.
6. EPPO [http://www.eppo.int/QUARANTINE/special\\_topics/Diabrotica\\_virgifera/diabrotica\\_virgifera.htm](http://www.eppo.int/QUARANTINE/special_topics/Diabrotica_virgifera/diabrotica_virgifera.htm) (31.3.2015.)
7. Edwards, C. R., Larry, W. B., Turpin, F. T. (1994.): Field crop insects managing corn rootworm 1994 Purdue University, Cooperative extension Service, West Lafayette, E – 49: 1-6.
8. Igrc Barčić J., Bažok, R., Maceljski M. (2003.): Research on the Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte, *Coleoptera: Chrysomelidae*) in Croatia (1994.-2003.). *Entomologia Croatica*, 7: 63-83.
9. Ivezic, M., Tolletson, J., Raspudić, E., Džoić, D., Brmež, M. (2002.): Effect of different traps on captures of adult corn rootworm beetles (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte): East Croatia. *Poljoprivreda* 8(2): 21-24.
10. Ivezic, M., Raspudić, E., Brmež, M., Majić I., Džoić, D., Brkić A. (2009a): Tolerance to WCR Laval Feeding, Screening Through Five Years of Investigation. *Poljoprivredna znanstvena smotra*: 74(4): 291-295.
11. Ivezic, M., E. Raspudić, M. Brmež, I. Majić, A. Brkić (2009b): Prognoza pojave kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) feromonskim mamcima na području Osijeka. Zbornik sažetaka 10. hrvatski biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem Osijek 14. – 20. rujna 2009.: 292-293.
12. Levine, E., Oloumi-Sadeghi, H., Ellis, C. R. (1992.): Western corn rootworm (*Coleoptera: Chrysomelidae*) larval injury to corn grown for seed production following soybeans grown for seed production. *J. Econ. Entomol.* 89: 1010-1016.
13. Maceljski M. (2002.): *Poljoprivredna entomologija*, Zrinski d.d. Čakovec, 242 - 230.
14. Tóth, M. (2005.): Trap types for capturing *Diabrotica virgifera virgifera* (*Coleoptera: Chrysomelidae*) developed by the Plant Protection Institute, HAS (Budapest, Hungary): performance characteristics. *IOBC/WPRS Bulletin* 28:147-154.

## Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) fly activity from 1996 to 2013 in Osijek region

### Abstract

Western Corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) is a pest that is present around twenty years at the corn fields in Croatia. Monitoring was conducted from 1996 - 2013 in corn growing in monoculture, at Agricultural Institute Osijek. Pheromone traps CsaL<sup>2</sup>m<sup>2</sup>n<sup>®</sup> type PAL was used for monitoring, except in 2012 when yellow sticky traps were used. The first catch of corn rootworm was 24th July in 1996 with a two individuals. Pheromone traps caught from 2 to 7421 imagos of WCR per bait. The number of adults per bait / day ranged from 0,05 (1996) to 58 (2008). Males are caught twice as much as females, but there are years when the entire catch were males. Population peak were in the second decade of July. Through all research period, 76% males and 24% females were caught. The earliest occurrence of western corn rootworm was in the mid-June, and lasted until third week in October (2007). WCR flight lasted for 86 days, in average. Monitoring of WCR is an important measure in order to predict the control measures.

**Key words:** monitoring, pheromone traps, the population of the western corn rootworm

# Allelopathic effect of invasive species giant goldenrod (*Solidago gigantea* Ait.) on wheat and scentless mayweed

Marija Ravlić<sup>1</sup>, Renata Baličević<sup>1</sup>, Ana Peharda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Croatia, e-mail: mravlic@pfos.hr

<sup>2</sup>Student, Faculty of Agriculture, Osijek, Croatia

## Abstract

The aim of the research was to determine allelopathic potential of invasive species giant goldenrod (*Solidago gigantea* Ait.) on germination and initial growth of wheat and weed species scentless mayweed (*Tripleurospermum inodorum* (L.) C.H. Schultz). Experiments were conducted under laboratory conditions to determine effect of water extracts in petri dish bioassay and in pots with soil. Water extracts from dry aboveground biomass of *S. gigantea* in concentrations of 1, 5 and 10 % (10, 50 and 100 g/l) were investigated. In petri dish bioassay, germination of wheat was slightly reduced, while all extract concentration inhibited wheat growth. *T. inodorum* germination and seedling growth was affected with higher extract concentration. Application of extract to pots had no effect on wheat emergence and growth, with the exception of 10 % extract which reduced root length. Emergence of *T. inodorum* was significantly decreased with 5 and 10 % extract for 38.5 and 49.0 %, respectively.

**Key words:** allelopathy, *Solidago gigantea* Ait., crops, scentless mayweed, water extracts

## Introduction

Excessive use of herbicides in most weed management systems is a major concern since it causes serious threats to the environment, public health and increases costs of crop production. The degree of weed seed germination inhibition and growth suppression which can be attributed to crop allelopathy is highly important and can be considered as a possible alternative weed management strategy (Asghari and Tewari, 2007., Macias, 1995.). Allelopathy is defined as any direct or indirect harmful or beneficial effect of one plant, fungus or microorganism on the other through production of allelochemicals that escape into the environment (Rice, 1984.). Allelopathically active crops can be utilized in different ways as i.e. water extracts and soil incorporated green manure (Đikić, 2005., Dhima et al., 2009.). Likewise, certain weed species also have the potential to be used in control of other weeds (Qasem and Foy, 2001.). Giant goldenrod (*Solidago gigantea* Ait.), belonging to the family Asteraceae, is a perennial herb native to North America and introduced in Europe as an ornamental plant (Weber and Jakobs, 2005.). *S. gigantea* is an invasive species which prefers ruderal habitats, riversides, forests, roadsides, and it is rarely found on agricultural fields (Knežević, 2006.). Allelopathic potential of goldenrod on crops was reported previously (Sekutowski et al., 2012., Bortniak et al., 2011., Beres and Kazinczi, 2000.).

Since the harmful effect of allelopathic plants must be targeted on weeds, while at the same time the crop must be unaffected or tolerant, the aim of the study was to determine allelopathic potential of giant goldenrod (*S. gigantea*) water extracts on wheat and its associated weed species scentless mayweed (*T. inodorum*).

## Materials and methods

Experiments were conducted in 2014 in the Laboratory of Phytopharmacy at the Faculty of Agriculture in Osijek. The plants of giant goldenrod (*S. gigantea*) were collected in late summer of 2014 at the flowering stage (Hess et al., 1997.) from ruderal habitats (edges of farm fields). The aboveground fresh biomass was oven dried, cut into small pieces and ground with electronic grinder into fine powder. Water extract was prepared according to Norsworthy (2003.) by mixing 100 grams of dry goldenrod biomass with 1000 ml of distilled water. The mixture was kept for 24 h at room temperature and filtered through muslin cloth and filter paper. The obtained extract was diluted with distilled water to give final concentrations of 1, 5 and 10 % (10, 50 and 100 g/l). Winter wheat (cv. Lucija) was acquired from Agricultural Institute Osijek, while weed seeds of scentless mayweed were collected during 2014 from agricultural fields in Osijek-Baranja County. All seeds were surface-sterilized for 20 min with 1 % NaOCl then rinsed with distilled water (Sid-diqui et al., 2009.).

Two sets of experiments were conducted: 1) petri dish bioassay with filter paper and 2) pot culture with soil. In the experiments with petri dishes the effect of three concentrations of extract (1, 5 and 10 %) was evaluated. Twenty five seeds of wheat or thirty seeds of scentless mayweed were placed in sterilized Petri dishes (9 cm in diameter) on top of filter paper. In each Petri dish an equal amount of certain extract was added (5 ml for wheat and 2 ml for weed), while distilled water was used in control. Petri dishes were kept at room temperature (22 °C ± 2) for 8 days. In the experiments with pots the effect of two concentrations of extract (5 and 10 %) was evaluated. Twenty five seeds of wheat or thirty weed seeds were sown in pots filled with commercial substrate. Each pot was treated with 75 ml of extract per 100 g of soil, while distilled water was used in control. Thereafter, all treatments were equally watered. Wheat was grown for 10, while scentless mayweed for 14 days under the same conditions. All treatments had four replications and all experiments were conducted twice.

Allelopathic effect was evaluated at the end of experiments through number, length of root and shoot (cm) and fresh weight (g/mg) of seedlings. Germination percentage was calculated using the formula:  $G = (\text{Germinated seed} / \text{Total seed}) \times 100$ . All emerged seedlings were counted and percentage of emergence was calculated as  $E = (\text{Emerged seed} / \text{Total seed}) \times 100$ . The collected data were analysed statistically with ANOVA and differences between treatment means were compared using the LSD-test at probability level of 0.05.

## Results and discussion

*S. gigantea* water extracts showed allelopathic effect on germination and growth of wheat in petri dish bioassay (Table 1.).

Table 1. Effect of *S. gigantea* water extracts on wheat in petri dishes

<i>S. gigantea</i> biomass in water, g/l	Germination (%)	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Fresh weight (g)
0	99.0 a	14.7 a	8.2 a	0.14 a
10	97.0 ab	8.3 b	7.2 b	0.10 b
50	96.5 ab	3.5 c	4.4 c	0.06 c
100	93.5 b	2.3 d	2.8 d	0.04 d

Means followed by the same letter within the column are not significantly different at  $P < 0.05$ .



Only the highest concentration of extract significantly reduced germination for 5.5 %. With the increase of extract concentration, root and shoot length and fresh weight of seedlings significantly decreased compared to the control up to 84.4, 65.9 and 71.4 %, respectively.

Table 2. Effect of *S. gigantea* water extracts on *T. inodorum* in petri dishes

<i>S. gigantea</i> biomass in water, g/l	Germination (%)	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Fresh weight (mg)
0	39.2 a	0.74 a	1.09 a	1.35 a
10	33.8 a	0.82 a	1.06 ab	1.25 a
50	37.1 a	0.41 b	0.96 b	1.29 a
100	20.4 b	0.07 c	0.54 c	0.12 b

Means followed by the same letter within the column (lower case letters) or in rows (capital letters) are not significantly different at  $P < 0.05$ .

Higher concentrations of *S. gigantea* extract showed allelopathic effect on germination and growth of *T. inodorum* in petri dish bioassay (Table 2.). Germination and fresh weight were significantly inhibited only with 10 % extract for 47.9 and 91.1 %, respectively. Root and shoot length reduction was up to 90.5 and 50.5 %.

The results of pot experiments revealed that extracts had no significant effect on emergence and fresh weight of wheat seedlings (Table 3.). Root length was decreased with higher concentration (for 13.1 %), while lower concentration stimulated shoot length.

Table 3. Effect of *S. gigantea* water extracts on wheat in pots with soil

<i>S. gigantea</i> biomass in water, g/l	Seedling emergence (%)	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Fresh weight (g)
0	98.0 a	12.2 a	18.5 b	0.24 a
50	98.0 a	10.9 ab	19.7 a	0.24 a
100	98.0 a	10.6 b	18.6 b	0.23 a

Means followed by the same letter within the column (lower case letters) or in rows (capital letters) are not significantly different at  $P < 0.05$ .

Except for seedlings emergence, extracts had no effect on *T. inodorum* seedling growth (Table 4.). Both concentrations inhibited germination for 38.5 and 49.0 %, respectively.

Table 4. Effect of *S. gigantea* water extracts on *T. inodorum* in pots with soil

<i>S. gigantea</i> biomass in water, g/l	Seedling emergence (%)	Root length (cm)	Shoot length (cm)	Fresh weight (mg)
0	35.1 a	0.73 a	1.02 a	1.02 a
50	21.6 b	0.63 a	0.83 a	0.83 a
100	17.9 b	0.86 a	0.97 a	0.97 a

Means followed by the same letter within the column (lower case letters) or in rows (capital letters) are not significantly different at  $P < 0.05$ .

The results of the experiment showed that *S. gigantea* extract possess allelopathic potential to inhibit germination and growth of other plants. According to Sekutowski et al. (2012.) goldenrod fresh biomass extracts reduced germination and root length of buckwheat, while stimulated root growth of sunflower. Similarly, Bortniak et al. (2011.) showed negative effect of golden extract on wheat and triticale root length, while oilseed rape, rye and barley were not affected.

Differences among species sensitivity to applied extracts and its concentration were recorded both in petri dish bioassay and in pot experiments. These findings are in agreement with results of others (Marinov-Serafimov, 2010., Mubeen et al., 2012.).

Extracts of *S. gigantea* showed higher allelopathic effect on both wheat growth and germination and growth of *T. inodorum* in experiments with petri dishes. This could be due to direct contact of seed with extract on filter paper or because of diffusion of allelochemicals in soil (Ravlić et al., 2014.).

## Conclusions

Although extracts showed no negative effect on wheat and reduced emergence of *T. inodorum* in experiments with pots, further research on different doses, application time, as well as finding tolerant crops and susceptible weeds are in order to determine possibility of application of *S. gigantea* extract as potential bioherbicide.

## Literature

1. Asghari, J., Tewari, J. P. (2007): Allelopathic Potentials of Eight Barley Cultivars on *Brassica juncea* (L.) Czern. and *Setaria viridis* (L.) p. Beauv. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 9, 165-176.
2. Beres, I., Kazinczi, G. (2000): Allelopathic effects of shoot extracts and residues of weeds on field crops. *Allelopathy Journal*, 7 (1), 93-98.
3. Bortniak, M., Jezierska-Domaradzka, A., Domaradzki, K., Trajdos, J. (2011): Evaluation of *Solidago gigantea* Aiton allelopathic influence on seed germination of winter oilseed rape and winter cereals. 3<sup>rd</sup> International Symposium on Weeds and Invasive Plants, Ascona, Switzerland.
4. Dhima, K. V., Vasilakoglou, I. B., Gatsis, Th. D., Panou-Pholothou, E., Eleftherohorinos, I. G. (2009): Effects of aromatic plants incorporated as green manure on weed and maize development. *Field Crops Research*, 110, 235-241.
5. Đikić, M. (2005): Allelopathic effect of aromatic and medicinal plants on the seed germination of *Galinsoga parviflora*, *Echinochloa crus-galli* and *Galium molugo*. *Herbologia*, 6 (3), 51-57.
6. Hess, M., Barralis, G., Bleiholder, H., Buhr, H., Eggers, T., Hack, H., Stauss, R. (1997): Use of the extended BBCH scale – general for the description of the growth stages of mono- and dicotyledonous species. *Weed Research*, 37, 433-441.
7. Knežević, M. (2006): Atlas korovne, ruderalne i travnjačke flore. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
8. Macias, F. A. (1995): Allelopathy in the Search for Natural Herbicide Models. pp. 310-329, In: *Allelopathy: Organisms, Processes, and Applications*, (eds.) Inderjit, K. Dakshini, M. M., Einhellig, F. A., ACS Symposium Series 582. American Chemical Society, Washington, D.C.
9. 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.
10. Mubeen, K., Nadeem, M. A., Tanveer, A., Zahir, Z. A. (2012): Allelopathic effects of sorghum and sunflower water extracts on germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) and three weed species. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 22, 738-746.

11. Norsworthy, J. K. (2003): Allelopathic Potential of Wild Radish (*Raphanus raphanistrum*). Weed Technology, 17, 307-313.
12. Qasem, J. R., Foy, C. L. (2001): Weed allelopathy, its ecological impact and future prospects. Journal of Crop Production, 4 (2), 43-119.
13. Ravlić M., Baličević R., Lucić I. (2014): Allelopathic effect of parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) cogermination, water extracts and residues on hoary cress (*Lepidium draba* (L.) Desv.). Poljoprivreda, 20 (1), 22-26.
14. Rice, E. L. (1984): Allelopathy. 2<sup>nd</sup> edition. Academic Press, Orlando, Florida.
15. Sekutowski, T. R., Bortniak, M., Domaradzki, K. (2012): Assessment of allelopathic potential of invasive plants – goldenrod (*Solidago gigantea*) on buckwheat (*Fagopyrum sagittatum*) and sunflower (*Helianthus annuus*). Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 57(4), 86-91.
16. 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.
17. Weber, E. Jakobs, G. (2005): Biological flora of central Europe: *Solidago gigantea* Aiton. Flora, 200, 109-118.

## Alelopatijski utjecaj invazivne vrste velike zlatnice (*Solidago gigantea* Ait.) na pšenicu i bezmirisnu kamilicu

### Sažetak

Cilj istraživanja bio je ispitati alelopatijski utjecaj invazivne vrste velike zlatnice (*Solidago gigantea* Ait.) na klijavost i početni rast pšenice i korovne vrste bezmirisne kamilice (*Tripleurospermum inodorum* (L.) C.H. Schultz). Pokusi su provedeni u laboratorijskim uvjetima kako bi se ispitao utjecaj vodenih ekstrakata u petrijevim zdjelicama i posudama s tlom. Ispitivani su vodeni ekstrakti od suhe nadzemne mase zlatnice u koncentracijama od 1, 5 i 10 % (10, 50 i 100 g/l). U pokusima u petrijevim zdjelicama, klijavost pšenice bila je neznatno smanjena, dok su ekstrakti svih koncentracija inhibirali rast pšenice. Na klijavost i rast *T. inodorum* imao je utjecaja ekstrakt u višoj koncentraciji. Primjena ekstrakata u posude s tlom nije imala utjecaja na nicanje i rast pšenice, s iznimkom ekstrakta u koncentraciji od 10 % koji je smanjio duljinu korijena. Nicanje *T. inodorum* značajno je smanjeno za 38,5 i 49,0 % pri primjeni ekstrakata koncentracije 5 i 10 %.

**Ključne riječi:** alelopatija, *S. gigantea* Ait., usjevi, bezmirisna kamilica, vodeni ekstrakti

# Possibilities of applying real options in assessment of economic feasibility of investments in agricultural production

Ana Crnčan, Ljubica Ranogajec

*Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1 d, Osijek, Croatia, e-mail: acrncan@pfos.hr*

## Abstract

Traditional methods of assessing economic justification of an investment do not consider the importance of investment project initiation time, nor do they respect possibilities for delaying of that moment. Due to the fact that investments are always related to uncertainty and risks, possibility of delay to collect additional information related to the project may significantly influence initial investment decision. In order to provide flexibility of business, it is necessary to improve traditional investment analysis with application of real options. In spite of wide acceptance of real options in theory, its application in practice is still insufficient. With the aim to intensify its practical application, this paper presents three main types of real options, as follows: option to wait, option to expand and option to delay, and elaborates the most applied real options valuation models.

**Key words:** investment decisions, investment analysis, real options

## Introduction

Each investment project carries a certain risk because of its size, long time span and uncertainty of future events. Therefore, it is important to assess that risk realistically and to incorporate it either into analysis of profitability or into investment feasibility. The first records about investment feasibility were provided by Hirsleifer (1958.). Investments are defined as an investment of resources, especially financial ones, into obtaining of capital necessary for long-time production, with the purpose of its usage in a production process or in a business. Discounted cash flow assumes that the scenario, once determined, does not change over the duration of an investment project. A disadvantage of traditional method is found in the fact that it neglects many internal and external factors that can positively or negatively affect the final result of a project. It is difficult to assume that managers will not consider future circumstances in the course of any specific project implementation, so it can be expected that they will react in such a way as to abandon a project prematurely, to wait with project realization, to expand it or to introduce additional outputs. For example, higher market price of a product or better possibility for processed product marketing may affect the decision about the increase of investment level or about expansion of the original idea to create products of higher added value. These limitations can be dealt with by applying real options, which incorporate their own value in the final value of a project. Options or new features can be integrated into initial business plan,

thus affecting the assessment of investment project, which can lead to changes in final decision about investing in a project. The fact is that agricultural production is constantly associated with issues, such as constant technological changes, unfavourable loan conditions for farmers, uncertainty of product marketing and many other risks typical to this activity. This paper aims to provide theoretical basis for understanding of key concepts related to application of real options, and to emphasize the importance of real options within analysis of investment projects in agricultural production. It shall also elaborate an example of applying appropriate techniques for real options valuation.

## Material and Methods

This paper presents an overview of significant literature references about methods of real options within analysis of investment projects. The authors also used methods of analysis and synthesis as well as methods of induction and deduction.

## Overview of previous researches into real options

Application of real options valuation for agricultural production investment feasibility is necessary because producers work in a very competitive environment with less predictable consequences, and a lot of uncertainties and risks related to their business. Some of them are the selling price, yield amount, costs of input, technology, weather conditions and uncertain market conditions. If considering all above mentioned, investing in agriculture requires proper decision about into what, how and when to invest. Since conditions for investment are often very insecure, application of traditional analysis methods may be limited. Application of real options allows reaching of better investment decisions because of flexibility of investment assessment, as stated by Tzouramani and Mattas, (2002.). Over time, managers get informed about sources of uncertainty, so that they can adjust their strategies (Čičin-Šain et al., 2011.). Although the first records on financial and real options date back to the 70s of the last century (Fisher and Sholes, 1973.), (Myers, 1976.), many companies still use traditional methods of analysis that involve calculation of net present value and internal rate of return. Empirical research conducted by Dedi and Orsag (2007.) on a sample of 200 most successful Croatian companies selected according to the ranking of Privredni vjesnik and 34 Croatian banks confirmed that the net present value was used by 42 % of companies, and the internal rate of return was used by 58 % of them.

During that research, assessment of real options was not mentioned. The model of real options is not sufficiently implemented in agricultural production. Turvey (2002.) applied it in the decision on selling of agricultural land, and Odening et al. (2005.) used it for assessing the feasibility of pig production capacity expansion. Tzouramani and Mattas (2004.) used the model of real options for comparison of strategic value of modern and traditional greenhouses, while Pritchett and Hine (2003.) suggested the necessity to use this model for assessing commercial feasibility of investment into production of vegetables, in which the primary production should be upgraded with cold storage and processing capacities. References about real options are not satisfactorily presented in Croatian literature. Some home authors, Hadelan (2008.), addressed the issues of real options application in agricultural production while analyzing business decisions on the example of olive production, and while estimating the value of plum plantation (2009.). In spite of many advantages of real options theory, research results published by Ryan and Ryan (2002.) showed that managers did not apply such approach to satisfactory

extent, and that application of real options achieved the most success in the area of minerals, oil and gas exploitation. Brealey et al. (2008.) reported that the method of real options was in most applications only an additional tool, but not a replacement for traditional methods of investment analysis. Having that in mind, and considering the fact that investments refer to financial means that could significantly affect the future performance of a business, one should use and combine traditional methods with real options when assessing economic feasibility of an investment. This is recommended in order to obtain a comprehensive picture of potential business venture.

### Dynamization of economic feasibility of investment

If there are some unexpected circumstances occurring during realization of an investment project, managers can use real options method to divide original option into three basic possibilities: option to abandon, option to expand, and option to wait. Each of these options or possibilities has possible sub-options, which are specific to certain fields of application. Mauboussin (1999.) categorized real options as follows:

Table 1. Systematization of real options application

Category	Sub-category	Application
OPTION TO EXPAND	Increase of investment	Research and development
	Change in investment subject	Agriculture, Trade
	Increase of investment volume	Acquisitions
OPTION TO WAIT		Agriculture, Real-estate
OPTION TO ABANDON	Reduce of investment	Capital intensive sector
	Change in investment subject	Service providing sector
	Reduce of investment volume	Diversified companies

Source: Mauboussin, M., J. (1999): Get Real Using Real Options in Security Analysis

The author concluded that the most commonly applied option was the option to expand or grow, and option to wait or to postpone investment. The most used models of real options valuation are Black-Scholes and Binomial model or binomial tree. Black-Scholes model was originally made for the evaluation of the European call option on the shares which do not carry dividend (Damodaran, 2007.). In terms of real options, that model can be presented as:

$$C_0 = V_0 e^{-DT} N(d_1) - I e^{-kpt} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(V_0/I) + (K_F - D + 1/2 \sigma^2)t}{\sigma \sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t}$$

where  $V_0$  marks the investment project value,  $I$  the strike price in the amount of investment costs, and  $D$  opportunity cost as a percentage of net present value. The Black-Scholes model can be used in valuation of option for the most appropriate time for investment (option to wait,

option to postpone), option to abandon and option to grow, (Orsag, 2006.). Another commonly used model of real options valuation is the binomial model or binomial tree. The first step in options valuation by applying this model is to determine a number of periods within which the change in equity price ( $N$ ) shall be possible, and by which a total number of tree nodes and lines shall be set. Coefficients of growth or decline ( $u$ ,  $d$ ) are then determined by means of standard deviation of the equity ( $\sigma$ ). These coefficients mark fluctuations in equity price within certain time interval ( $\Delta t$ ).

$$u = 1 + \text{growth} = e^{\sigma v \Delta t}$$

$$d = 1 + \text{decline} = e^{-\sigma v \Delta t}$$

In the stated formula,  $\sigma$  marks volatility, i.e. standard deviation of equity return,  $e$  stands for the basis of natural logarithm, and  $t$  stands for the period in which the price of an asset (share) is changing. Equity price after growth or decline ( $V_s$ ) is determined as follows:

$$V_s \text{ up} = V_0 \times u$$

$$V_s \text{ down} = V_0 \times d,$$

Probability for growth or decline of price ( $p$ ) is determined by the ponder of growth and decline, where  $q$  stands for the loss due to postponed investment or percentage of dividend payment.

$$\text{Probability of decline} = 1 - p$$

$$\text{Probability of growth} = p = \frac{e^{(r-q) \Delta t} - d}{u - d}$$

When the stated parameters are known, the model of formation of a binomial tree is applied for assets prices, from which the price of the option is derived by recurrence relation (Marasović et al., 2009.). Some of the advantages of using a binomial tree are: achieving of compliance and consistency in the decision-making process, key issues are always in the focus of formal and informal opinions, and many assumptions are revealed that would otherwise remain hidden (Moore et al., 1976.). Successful applications of the model were achieved in the areas of oil, gas and minerals exploitation, and in telecommunications. However, usage of the models of real options is still almost unknown in agricultural production. Since agriculture is characterized by a high level of uncertainty, usage of real options method should become a precondition for assurance of business flexibility, as well as competitiveness of a company.

## Conclusion

When assessing economic feasibility, traditional analysis of discounted cash flow does not provide an answer about possible actions to be undertaken by a manager once a project is accepted, i.e. it does not take into account the impact of that project on future investment opportunities. Therefore, it is important to combine traditional analysis and real options method. In today's business environment that is characterized by volatility and uncertainty, usage of real options would provide managers with flexibility to create a safe framework for business decisions. Combination of traditional analysis and real options can provide a comprehensive process for evaluation of economic feasibility of an investment. It can also provide relevant

information for managers about investment in the period between the option creation and its utilization to reduce uncertainty and provide flexibility of business. Real options represent not only a complete solution for investment project evaluation but also intensive systematic approach that includes financial, economic and decision theory and econometric models. The model is also time consuming, so that is the reason of insufficient application of real options in agricultural production, and in other sectors. However, if the theory of real options is applied properly, it can result in creation of a safer business environment and more efficient realization of business objectives.

## References

1. Black, F., Scholes, M. (1973): The Pricing of Options and Corporate Liabilities, *Journal of Political Economy*, 81(3), pp.637-654.
2. Brealey, R. A., Myers, S. C., Allen, F. (2008): Real Options, *Journal of Applied Corporate Finance*, 20(4), pp.58-71.
3. Čičin-Šain, D., Krajnović, A., Heranda, M. (2011): Uloga i primjena stvarnih opcija u menadžerskom odlučivanju, *Oeconomica Jadertina*, 1(1), pp.46-56.
4. Damodaran, A. (2007): Option Pricing Theory and Applications, available at: <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/pdfiles/country/option.pdf>, (17.10.2013).
5. Dedi, L., Orsag, S. (2007): Capital Budgeting Practices: A Survey of Croatian Firms, *The South East European Journal of Economics*, 2(1), pp.59-67.
6. Hadelan, L. (2008): Primjena modela realnih opcija u poslovnom odlučivanju na primjeru proizvodnje maslina, *Magistarski rad, Agronomski fakultet, Zagreb*.
7. Hadelan, L., Njavro, M., Par, V. (2009): Vrijednost nasada šljive temeljem metoda realnih opcija, *Poljoprivreda*, 15(1), pp. 51-56.
8. Hine, S., Pritchett, J. (2003). Real Option Analysis: An Overview of the Process and How it Can be Applied to Agribusiness, Department of Agricultural and Resource Economics, Fort Collins, CO.
9. Hirsleifer, J. (1958): On the Theory on Optimal Investment Decision, *The Journal of Political Economy* 66(4), pp. 329-352.
10. Marasović, B., Šego, B., Aljinović, A., (2009): Vrednovanje opcija Black- Sholesovim modelom i Binomnim modelom upotrebom Excela, *Računovodstvo i financije*, 12, pp 118-124, available at: <http://www.mmoi.efzg.hr/radovi/bsego/BS-Model-Aljinovic-Marasovic-Sego.pdf>, (13.11.2013).
11. Mauboussin, M. J. (1999): Get Real Using Real Options in Security Analysis, 10, available at: <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/pdfiles/eqnotes/opt5.pdf>, (15.11.2013).
12. Mayers, S. (1976): Determinants of Corporate Borrowing, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.
13. Moore, D. N. (1976): *Dictionary of Business and Investment*, Drace Publishers, Inc., New York.
14. Odening, M., Mußhoff, O., Balmann, A. (2005): Economic Hysteresis in Hog Production, *Applied Economics*, available at: [http://peer.ccsd.cnrs.fr/docs/00/58/19/59/PDF/PEER\\_stage2\\_10.1080%252F00036840500447880.pdf](http://peer.ccsd.cnrs.fr/docs/00/58/19/59/PDF/PEER_stage2_10.1080%252F00036840500447880.pdf), (22.11.2013).
15. Ryan, P. A., Ryan, G. P. (2002): Capital Budgeting Practices of Fortune 1000: How Have Things Changed?, *Journal of Business and Management*, 8 (4), pp. 355-364.
16. Tzouramani, I., Mattas, K. (2002): Employing Real Options Methodology for decision making in greenhouse technology, *Congress Exploring Diversity in the European Agri-Food System, Zaragoza*, pp. 28-31 August, available at: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/24835/1/cp02tz16.pdf>, (21.10.2013).
17. Tzouramani, I., Mattas, K. (2004): Employing real options methodology in agricultural investments: the case of greenhouse construction. *Applied Economics Letters*, 11, pp.355-359.
18. Turvey, C. (2002): *Can Hysteresis and Real options Explain the Farmland*, University of Guelph, Ontario.



## Mogućnosti i uloga stvarnih opcija pri ocjeni ekonomske opravdanosti investicija u poljoprivrednu proizvodnju

### Sažetak

Tradicionalne metode ocjene ekonomske opravdanosti investicije ne uzimaju u obzir značaj izbora trenutka ulaska u projekt, odnosno mogućnost odlaganja investiranja. Zbog činjenice kako su investicije uvijek vezane uz neizvjesnost i rizik, mogućnost odlaganja i prikupljanja dodatnih informacija vezanih uz projekt može značajno utjecati na prvobitnu investicijsku odluku. U cilju osiguranja fleksibilnosti poslovanja potrebno je dinamiziranje tradicionalne investicijske analize koje podrazumijeva primjenu stvarnih opcija, a čija praktična primjena u velikoj mjeri izostaje. Cilj rada je dati teoretsku podlogu stvarnih opcija kao i najčešće primjenjivane modele njihovog vrednovanja, te ukazati na korisnosti istih unutar analize investicijskih projekata u poljoprivrednoj proizvodnji.

**Ključne riječi:** investicijske odluke, analiza investicija, realne opcije

## Gospodarska svojstva domaćih i „high total fermentable“ hibrida kukuruza za proizvodnju etanola

Bojan Marković<sup>1</sup>, Željko Jukić<sup>2</sup>, Antun Jambrović<sup>3</sup>, Damir Jelošek<sup>4</sup>,  
Ivan Varnica<sup>1</sup>, Mirko Jukić<sup>5</sup>, Zlatko Svečnjak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo, Usorska 19, Brijest, Osijek, Hrvatska, e-mail: bojan.markovic@hcphs.hr

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

<sup>3</sup>Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, Osijek, Hrvatska

<sup>4</sup>Pioneer Sjeme d.o.o., Čulinečka cesta 2b, Zagreb

<sup>5</sup>Bc Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja d.d., Rugvica, Dugoselska 7, Dugo Selo, Hrvatska

### Sažetak

Industrijski razvoj, smanjenje zaliha goriva iz fosilnih izvora, povećano onečišćenje okoline, globalno zagrijavanje i klimatske promjene doveli su do potrebe korištenja izvora energije sa smanjenom emisijom CO<sub>2</sub> u okolinu. Uporaba određenog udjela etanola u ukupnoj količini goriva upotrijebljenog u cestovnom prometu predstavlja mogućnost ispunjavanja obaveza propisanih direktivom 2009/28/EZ Europskog parlamenta i Vijeća. Cilj ovog rada je utvrditi potencijal domaćih hibrida kukuruza za proizvodnju etanola u usporedbi s hibridima čiji je cilj oplemenjivanja bio stvaranje hibrida povećane iskoristivosti u proizvodnji etanola. Rezultati istraživanja ukazuju da domaći hibridi kukuruza posjeduju potencijal iskoristivosti u proizvodnji etanola i da bi se dodatnim oplemenjivačkim radom mogla poboljšati svojstva hibrida bitna za tu namjenu. Tako usmjeren oplemenjivački rad stvorio bi dobru osnovu za intenzivnije razvijanje ove industrijske djelatnosti i povećao tržišnu konkurentnost oplemenjivačkih kuća.

**Ključne riječi:** kukuruz, hibrid, prinos, etanol

## Economic traits of domestic and “high total fermentable” maize hybrids for ethanol production

### Abstract

Industrial development, reduction of fuel supplies, increased pollution of the environment, global warming and climate change have led to the need of the using energy sources with reduced CO<sub>2</sub> emissions into the environment. The use of ethanol as a part of the total amount of fuel used in transport sector, is the possibility of fulfilling the obligations laid down in Directive 2009/28 / EC of the European Parliament and the Council. The aim of this study is to determine the potential of domestic maize hybrids for ethanol production compared to hybrids which aim of creation was increased efficiency in the production of ethanol. The results suggest that domestic maize hybrids have the potential of use in the ethanol production and further breeding work could improve the hybrid characteristics essential for this purpose. Such focused breeding work would create a good basis for more intensive development of industrial activities and increase market competitiveness of plant breeding institutions.

**Key words:** maize, hybrid, yield, ethanol

## Procjena rizika u području biljnog zdravstva

Sanja Miloš

*Hrvatska agencija za hranu, I. Gundulića 36, Osijek, Hrvatska, e-mail: smilos@hah.hr*

### Sažetak

Europska unija prepoznala je važnost biljnog zdravstva i sprječavanja negativnih učinaka koje štetni organizmi mogu imati na urod te uvjetovati ekonomske, okolišne i sociološke posljedice. Pravna osnova zaštitnih mjera kojima se sprječava unos i širenje organizama štetnih za biljke ili biljne proizvode unutar EU, kao i trećih zemalja, predstavljena je kroz Direktivu Vijeća 2000/29/EC. Raspon štetnih organizama uključuje patogene mikroorganizme (viruse, bakterije, gljivice), fitofage, beskralježnjake, parazitske biljke i korove. Kako bi se utvrdilo postojanje i razina rizika od ulaska i širenja štetnih organizama na određenom teritoriju potrebno je provesti proces analize rizika u predviđenim okvirima. Prema međunarodnim standardima za fitosanitarne mjere (ISPM No 5, 2007) analiza rizika se definira kao postupak vrednovanja bioloških ili drugih znanstvenih istraživanja, te ekonomskih informacija koji ima za cilj utvrditi da li se neki organizam može smatrati štetočinom kao i utvrđivanja opsega i jačine fitosanitarnih mjera ukoliko je potrebno. Analiza rizika za područje biljnog zdravstva (ISPM No 2, 2007) sastoji se od tri koraka: (i) inicijacije, (ii) procjene rizika, (iii) upravljanja rizikom. Rezultati provedene analize pružaju svrsishodnu podlogu za donošenje specifičnih fitosanitarnih mjera ukoliko je rizik neprihvatljiv. Prema Uredbi EZ 178/2002 neovisnu procjenu rizik za hranu i hranu za životinje, dobrobit životinja te zaštitu i zdravlje bilja na razini EU provodi Europska agencija za sigurnost hrane (*European Food Safety Authority-EFSA*) sa sjedištem u Parmi. EFSA je 2006. godine osnovala Odbor za biljno zdravstvo (*Panel on Plant Health*). Temeljem provedene procjene rizika Odbor izrađuje neovisna znanstvena mišljenja i savjete, kao i same metodologije procjene. Rizik predstavlja funkciju vjerojatnosti ulaska, udomaćenja i širenja štetnih organizama, te veličinu potencijalnih pridruženih posljedica (EFSA, 2010). Cilj je ovog rada opisati specifične korake procjene rizika za biljno zdravstvo, potrebne podatke, te preporuke o mjerama koje se mogu poduzeti u svrhu učinkovitog upravljanja rizikom.

**Ključne riječi:** biljno zdravstvo, štetni organizmi, procjena rizika, upravljanje rizikom

## Risk assessment in plant health domain

### Abstract

The European Union has recognized importance of plant health and preventing negative effects that harmful organisms can have on productivity and cause economic, environmental, and sociological consequences. Council Directive 2000/29/EC present legal basis of protective measures to prevent introduction and spreading organisms which can be harmful to plants or plant products within the EU and third countries. The range of harmful organisms include pathogenic microorganisms (viruses, bacteria's, fungi's), phytophagous, invertebrates, parasitic plants and weeds. In order to establish existence and level of risk for introduction and spread of harmful organisms in a particular territory, it is necessary to conduct process of risk analysis within foreseen framework. According to the International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM No. 5, 2007) risk analysis is defined as a process of evaluation biological or other scientific evidence and economic information with aim to determine whether an organism can be considered a pest as well as determining scope and strength of phytosanitary measures if needed. Risk analysis for plant health (ISPM No. 2, 2007) consists of three steps: (i) initiation, (ii) risk assessment, (iii) risk management. Results of analysis provide a meaningful basis for adoption of specific phytosanitary measures if the risk is unacceptable. At EU level European Food Safety Authority (EFSA), situated in Parma, performs independent risk assessment for food and feed, animal welfare and plant health according to Regulation EC 178/2002. In 2006 EFSA maintained Panel on Plant Health. Based on the risk assessment outcomes Panel draws up an independent scientific opinions and advice, as well as assessment methodologies. The risk is a function of the probability of entry, domestication and spread of harmful organisms, and size of associated potential consequences (EFSA, 2010). The aim of this paper is to describe specific steps of risk assessment for plant health, required data, and recommendations on measures that can be taken for the purpose of efficient risk management.

**Key words:** plant health, harmful organisms, risk assessment, risk management

## Čimbenici varijabilnosti širenja titre ozimice (*Eranthis hyemalis*) u perivoju Prandau-Mailath u Donjem Miholjcu nakon sanacije stabala

Alka Turalija<sup>1</sup>, Anđelko Vrsaljko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1 d, Osijek, Hrvatska, e-mail: alka.turalija@pfos.hr

<sup>2</sup>Sveučilište u Zadru, Dr. Franje Tuđmana 24i, Zadar, Hrvatska

### Sažetak

Dinamika širenja relikta titre ozimice (*Eranthis hyemalis* L.) u perivoju Prandau-Mailath u Donjem Miholjcu, praćena je od 2004. do 2014. godine, u odnosu na dva parametra: količine oborina (izražena u godišnjim vrijednostima u mm po m<sup>2</sup>) i pokrovnosti krošanja (izražena u % pokrovnosti po mjerenoj površini). Mjerena površina određena je prema povijesnom slogu introdukcije biljne vrste u perivoj, te je određena mjerna površina od 800 m<sup>2</sup>. Utvrđene su promjene veličine staništa izražene u m<sup>2</sup> površine, te očitovane u postotku povećanja, a u odnosu na gustoću pokrovnosti krošnji stabala i količinu padalina. Širenje površine staništa titre ozimice (*Eranthis hyemalis* L.) u prve tri godine mjerenja bio je proporcionalan s povećanjem prosječne godišnje količine padalina. Također je širenje raslo proporcionalno sa otvaranjem površine prema sunčevoj dnevnoj insolaciji, a radi uklanjanja sušaca i samoniklog drveća. Uklanjanje je uslijedilo 2006. godine, te se i smanjila pokrovnost krošnjama mjenenog staništa. Unatoč bujnoj cvatnji, širenje sjemenom je izostalo, te je povećanje površine staništa uvjetovano razmnožavanjem podzemnom, rizomskom stabljikom.

**Ključne riječi:** čimbenici varijabilnosti, titra ozimica, perivoj, Donji Miholjac

### Uvod

Relikt titra ozimica (*Eranthis hyemalis* L.) spada u porodicu Ranunculaceae. Višegodišnja je biljka. Stabljika joj je uspravna, šuplja, zelena i gola, do 8 cm visoka, izbija iz zadebljalog podanka. Listovi su na dugačkoj peteljci, prstasto razdijeljeni na 5 segmenata. Cvjetovi su pojedinačni, žarko žute boje, 2-3 cm u promjeru, a okruženi su dlanasto podijeljenim lapovima. Voli vlažna, sunčana i polusjenovita staništa. Cvate u veljači, još pod snijegom. Raširena je u Sjevernoj Europi. Razmnožava se podankom i sjemenom (Domac, 1994.).

Unutar povijesnog perivoja Prandau-Mailath u travnatim je parterima evidentirano ukupno 73 biljne vrste, a u sloju prizemnog rašća na staništu šumskog dijela u većem je broju prisutno 8 biljnih vrsta, među kojima i titra ozimica (*Ernathis hhyemalis* L.). Stanište titre ozimice smješteno je u zapadnom dijelu perivoja (Slika 1. i 2.) i proteže se na površini od 118,0 m<sup>2</sup>, obično u gustom sloju kao žuti tepih (Turalija, 2003.). U susjednim je prirodnim šumskim staništima nema, stoga je zanimljivo pratiti njeno širenje unutar perivoja, gdje ju je posadio barun Gustav

Prandau davne 1877. godine. Prema navodima Adolfa Danhelovskog ona je bila donešena iz šuma nedaleko Valpova, a nalazila se i unutar imanja Valpovačkog vlastelinsva unutar Zvjerinjaka (Danhelovsky, 1885.).



Slika 1. Titra ozimica (*Eranthis hyemalis* L.) u zapadnom dijelu parka - odabrana površina  
(Izvor: Alka Turalija, 2008.)



Slika 2. Širenje titre ozimice (*Eranthis hyemalis* L.) nakon sanacije stabala i otvaranja insolacije (Izvor: Alka Turalija, 2012.)

## Materijal i metode

Mjerenje površine rasprostriranja i veličina staništa titre ozimice (*Eranthis hyemalis* L.) je izvršeno grafičkom metodom i analitičkom metodom računanja iz koordinata točaka (zahvat poligona lomnim točkama) uz pomoć klasično tahimetrijskih pomagala (teodolit, prizma) na ukupnoj površini areala 600 m<sup>2</sup>. Izvršena je analiza tla iz uzetih uzoraka (3 uzorka na 100 m<sup>2</sup>), te prosječne godišnje količine oborina izmjerene i evidentirane kod DHMZ (Državni hidrometeorološki zavod) podružnice Donji Miholjac za godine mjerenja. Usporedbom povećanja širenja staništa titre ozimice (*Eranthis hyemalis* L.) i prosječnih godišnjih padalina, kao i varijabilnosti pokrovnosti krošnji, izvedeni su zaključci. Sječa stabala izvršena je hidrauličnom korpom i motornom pilom, dio po dio (parcijalna, sanitarna sječa) uvijek u 12-tom mjesecu i sanacija prema doznakama odvijala se prema propisanoj dinamici otvaranja pokrovnosti radi smanjenja mogućih oštećenja kore zdravih stabala sunčevom insolacijom.

## Rezultati i rasprava

Titra ozimica (*Eranthis hyemalis* L.) relativno je rijetka vrsta i tercijarni relik. Jedna je od prvih vrsta koja procvjeta u proljeće, pa se njezini cvjetovi često žute na snježnom pokrivaču. Listove će razviti tek nakon što završi s cvatnjom, no ni oni neće dugo trajati. Može se pronaći u mješovitim hrastovo-grabovim i čistim grabovim šikarama i šumama. Spada u ugrožene biljne vrste (Boršić i sur., 2011.).

U veljači 2003. godine izmjerena je površina staništa titre ozimice (*Eranthis hyemalis* L.) od 118 m<sup>2</sup>, što je bilo i početno stanje mjerenja na površini uzorka od 600 m<sup>2</sup>, dok je u veljači 2004. godine izmjerena površina iznosila 122,8 m<sup>2</sup>, a u veljači 2005. godine izmjerena je površina staništa od 129 m<sup>2</sup>, da bi u posljednjoj godini mjerenja, a bez intervencije otvaranja krošnji i povećanja insolacije, površina iznosila 135,4 m<sup>2</sup>. Unutar prikazanih godina mjerenja nije bilo smanjenja pokrovnosti radi izostanka sječe. Godine 2006. smanjena je pokrovnost površine krošnjama sanitarnom sječom prema sanitarnim doznakama (Turalija, 2003.), te je osunčanost površine bila veća prema podacima prikazanim u tablici 1.

Tablica 1. Varijabilnost čimbenika širenja titre ozimice (*Eranthis hyemalis* L.) u perivoju Prandau-Mailath u Donjem Miholjcu

Godina	Količina padalina (mm)	Pokrovnost partera krošnjama (%)	Stanište titre ozimice (m <sup>2</sup> )
2003.	312,4	80	118,0
2004.	480,6	80	122,8
2005.	528,9	80	129,0
2006.	707,3	75	135,4
2007.	776,2	63	288,7
2008.	601,7	63	330,9
2009.	608,2	50	340,4
2010.	1117,6	50	360,7
2011.	432,7	40	490,2
2012.	586,9	40	538,2

Izvor: Alka Turalija, Pabirci (2003-2012.)

Iz uzoraka pedološke analize koja je učinjena 28.07.2003. godine, a kojeg je izradio Poljoprivredno-znanstveni centar d.o.o u Osijeku, možemo doznati da je tlo:

- umjereno plodno
- slabo humusno
- neutralne reakcije
- dobro opskrbljeno hranjivim mineralnim tvarima fosforom, a srednje kalijem
- loše mehaničke strukture.

Unutar analize, tj. iz dobivenog analiziranog uzorka tla vidljivo je da je tlo pogodno za rast i širenje titre ozimice (*Eranthis hyemalis* L.), te da ono nije uzrokom njenog dugogodišnjeg sporog napredovanja (Grew, 2002.), već da su za širenje areala potrebni i drugi čimbenici.

## Zaključak

Na temelju izmjerenih rezultata može se zaključiti:

Areal širenja titre ozimice (*Eranthis hyemalis* L.), povećavao se proporcionalno s povećanjem količine prosječnih godišnjih oborina (godine praćenja 2003., 2004., 2005.).

U tri godine mjerenja površina staništa se povećala za 17,4 m<sup>2</sup> samo uz varijabilnost u količini oborina

Otvaranjem sunčeve insolacije i smanjenjem pokrovnosti dinamika širenja staništa titre ozimice (*Eranthis hyemalis* L.) također je rasla proporcionalno postotku smanjenja pokrovnosti i do 2012. godine povećala je stanište za 250,5 m<sup>2</sup>, a uz sličnu varijabilnost količine godišnjih oborina kao i u proteklom razdoblju. Najveći postotak širenja dogodio se je u 2011. godini, a nakon najvećeg zabilježenog prosjeka oborina u 2010. Godini i kada je pokrovnost smanjena na 40 % (polusjena). Ukupno povećanje staništa pri utjecaju oba faktora od 2006. godine sve do 2012. godine iznosi 250,5 m<sup>2</sup>, što čini pokrovnost-proraslost staništa (u odnosu na ukupnu površinu mjerenja 800 m<sup>2</sup>) od 67,27 %.

Titra ozimica (*Eranthis hyemalis* L.), razmnožavala se isključivo podankom, iako je cvatnja bila bujna.

Unatrag 119 godina od prve njene pojave u perivoju, nije se raširila u okolnim staništima sličnih uvjeta, radi velike pokrovnosti krošnji.

Analiza tla ukazuje na dobre uvjete za rast titre ozimice (*Eranthis hyemalis* L), ali oni ne utječu na dinamiku širenja staništa u uvjetima manjka vode i ako se stanište nalazi u dubokoj zasjeni.

## Literatura

1. Boršić, I., Posavec-Vukelić, V. (2011): Brošura: Proljećnice u Hrvatskoj. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, str. 13.
2. Domac, R. (1994): Flora Hrvatske-priručnik za određivanje biljaka. Školska knjiga, Zagreb, str. 43.
3. Danhelovsky, A. (1885): Die Domanen Valpo und Dolnji Miholjac in Slavonien. Administration dieser Domänen, Wien, str. 280.
4. Grew, N. (2002): Anatomie der Plants. Paris, str. 56-57.
5. Turalija, A. (2003): Studija perivoja Mailath-Prandau u Donjem Miholjcu, Grad Donji Miholjac, Osijek, str. 25-28.
6. Turalija, A. (2003-2012): Pabirci.



## Variability factors of expanding *Eranthis hyemalis*, commonly known as winter acronie, in the park Prandau-Mailath in Donji Miholjac after the feling

### Abstract

Dynamics of expanding of the plant relict *Eranthis hyemalis* L., commonly known as winter acronie, in the park Prandau-Mailath in Donji Miholjac, has been observed during 2003 and until 2012, in with particular regards to two parameters (i) the amount of precipitation (expressed in annual values in millimeter per square meter) and (ii) crown coverture (expressed in percentage of coverture by the measured surface). Measured surface is determined in accordance with the historical record of introducing the plant species in the park, and surface of 800 square meter has been determined. In relation to the density of crown coverture and the amount of precipitation, changes in the size habitats expressed in square meters (m<sup>2</sup>) and manifested as increased percentage are determined. Expanding of habitat areas *Eranthis hyemalis* L., commonly known as winter aconite, in the first three years of measurement was proportional to the increase in average annual precipitation. Furthermore, as a result of removal of the dryer sections and wild trees, the expanding of habitat area increased proportionally with the opening of the surface to the daily sun insolation. The removal has followed in 2006, and, consequently, crown coverture of the measured habitat reduced. Despite the lush bloom, spreading of seed is absent, and the increase in surface habitats is influenced by breeding underground, rhizome stalk.

**Key words:** factors of variability, winter aconite, park, Donji Miholjac

## Allelopathic effect of three weed species on germination and growth of onion cultivars

Renata Baličević<sup>1</sup>, Marija Ravličić<sup>1</sup>, Petar Čuk<sup>2</sup>, Nikolina Šević<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Croatia, e-mail: mravlic@pfos.hr

<sup>2</sup>PIK Vinkovci d.d., Matije Gupca 130, Vinkovci, Croatia

<sup>3</sup>Student, Faculty of Agriculture, Osijek, Croatia

### Abstract

The aim of the research was to determine allelopathic potential of three weed species (*Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Sorghum halepense*) on germination and growth of two onion cultivars (Holandski žuti and Srebrenc majski). Effect of water extracts from dry aboveground weed biomass in concentrations of 1, 5 and 10 % (10, 50 and 100 g/l) was examined under laboratory conditions in petri dishes. The results showed that all extracts significantly decreased germination, root and shoot length and fresh weight of onion seedlings. *A. retroflexus* and *S. nigrum* extracts had greater inhibitory potential and reduced seedlings growth over 50 %. Extracts in concentrations of 5 and 10 % exhibited higher negative effect. Differences in sensitivity among onion cultivars were recorded.

**Key words:** allelopathy, water extracts, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Sorghum halepense*

### Introduction

Allelopathy is defined as any direct or indirect harmful or beneficial effect of one plant, fungus or microorganism on the other through production of allelochemicals (Rice, 1984.). Allelopathy plays an important role in agroecosystems and release of allelochemicals in soil inhibits seed germination, growth and establishment of agricultural crops (Aldrich and Kramer, 1997.). Identification of allelopathic potential of weeds and their effect on crops leads to a better understanding of weed species and reduction of their negative impact on growth and yield of crops. Studies on allelopathic effect of weeds on onion are scarce. Negative effect of *Chenopodium album* on onion was reported by Reinhardt et al. (1994.). So the aim of the study was to determine allelopathic potential of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.), black nightshade (*Solanum nigrum* L. emend. Miller) and johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) water extracts on germination and growth of two onion cultivars.

### Materials and methods

Experiment was conducted in 2015 in the Laboratory of Phytopharmacy at the Faculty of Agriculture in Osijek. Plants of redroot pigweed (*A. retroflexus*), black nightshade (*S. nigrum*) and

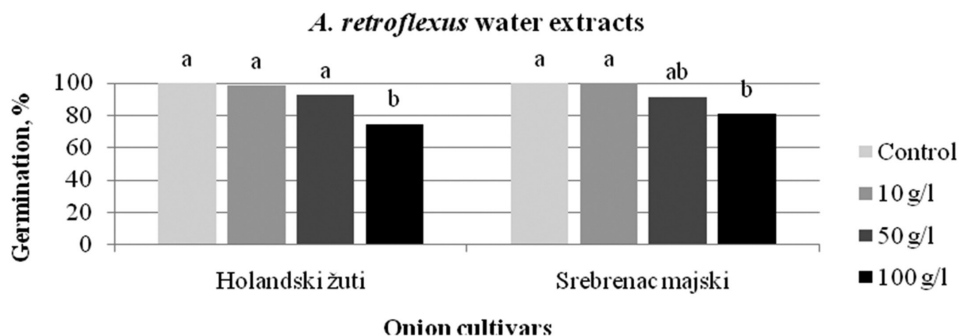
johnsongrass (*S. halepense*) were collected in summer of 2014 at the flowering stage (Hess et al., 1997.) from agricultural fields. Aboveground fresh biomass of weeds was oven dried, cut into small pieces and ground with electronic grinder into fine powder. Water extracts were prepared according to Norsworthy (2003.) by mixing 100 grams of dry weed biomass with 1000 ml of distilled water. The mixture was kept for 24 h at room temperature and filtered through muslin cloth and filter paper. Obtained extracts were diluted with distilled water to give final concentrations of 1, 5 and 10 % (10, 50 and 100 g/l).

Onion seeds were purchased from seed company and two cultivars, cv. Holandski žuti and cv. Srebrenac majski, were used in the germination test. Thirty seeds of onion were placed in sterilized petri dishes (9 cm) on filter paper. In each petri dish 3 ml of extract was added, while distilled water was used in control. Petri dishes were kept at room temperature ( $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ ) for 10 days. All treatments had four replications and experiment was conducted twice.

Allelopathic effect was evaluated through number, length of root and shoot (cm) and fresh weight of seedlings (mg). Germination percentage was calculated as  $G = (\text{Germinated seed} / \text{Total seed}) \times 100$ . The collected data were analysed statistically with ANOVA and differences between treatment means were compared using the LSD-test at probability level of 0.05.

## Results and discussion

*A. retroflexus* water extract showed allelopathic effect on germination of onion cultivars (Graph 1.). Significant germination reduction was observed with the highest concentration of extract for 25.4 and 19.2 %, respectively.



Graph 1. Effect of *A. retroflexus* water extracts on germination of onion cultivars

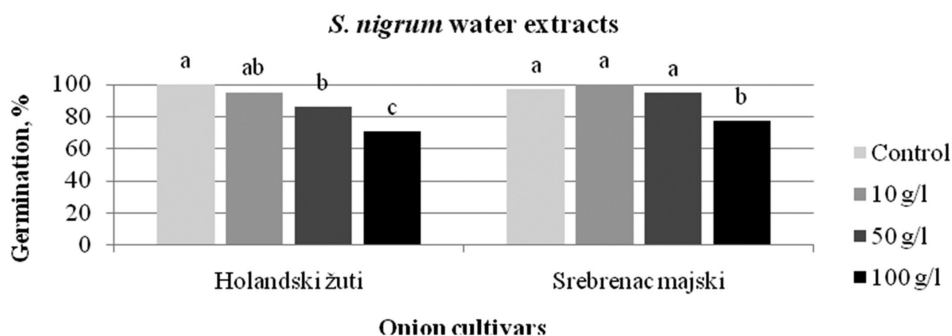
Root length of onion was significantly reduced with all extract concentrations up to 96.3 % (Table 1.). Similarly, shoot length and fresh weight of onion seedlings were inhibited with the application of extracts for over 90 %. Lower concentration had slight stimulatory effect.

Table 1. Effect of *A. retroflexus* water extracts on growth of onion cultivars

<i>A. retroflexus</i> biomass in water, g/l	Root length (cm)		Shoot length (cm)		Fresh weight (mg)	
	Holandski žuti	Srebrenac majski	Holandski žuti	Srebrenac majski	Holandski žuti	Srebrenac majski
0	2.99 a	2.38 a	4.91 a	4.36 a	20.1 a	15.9 a
1	1.43 b	1.47 b	4.90 a	4.46 a	18.8 a	17.6 a
5	0.11 c	0.11 c	1.13 b	1.13 b	2.9 b	3.2 b
10	0.11 c	0.11 c	0.32 b	0.36 c	0.3 b	0.5 c

Means followed by the same letter within the column are not significantly different at  $P < 0.05$ .

Application of *S. nigrum* water extracts in 5 and 10 % concentration significantly reduced germination of Holandski žuti cultivar for 13.9 and 29.4 %, while the highest concentration reduced Srebrenac majski germination for 20.1 % (Graph 2.).



Graph 2. Effect of *S. nigrum* water extracts on germination of onion cultivars

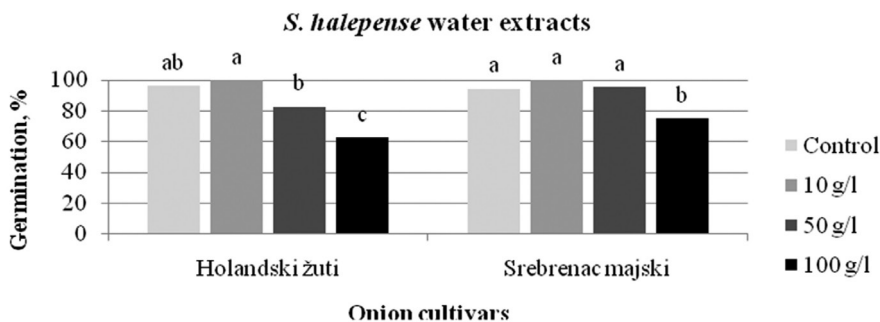
Extracts of *S. nigrum* showed significant effect on onion growth (Table 2.). With few exceptions of lower concentration, all extracts greatly reduced root and shoot length and fresh weight of onion seedlings.

Table 2. Effect of *S. nigrum* water extracts on growth of onion cultivars

<i>S. nigrum</i> biomass in water, g/l	Root length (cm)		Shoot length (cm)		Fresh weight (mg)	
	Holandski žuti	Srebrenac majski	Holandski žuti	Srebrenac majski	Holandski žuti	Srebrenac majski
0	2.99 a	2.38 a	4.91 a	4.36 a	20.1 a	15.9 a
1	2.11 b	1.91 a	4.38 a	4.23 a	15.6 b	14.9 b
5	0.15 c	0.11 b	1.96 b	1.84 b	6.3 c	4.9 c
10	0.14 c	0.15 b	0.67 c	0.66 c	0.7 d	0.8 d

Means followed by the same letter within the column are not significantly different at  $P < 0.05$ .

Similar effect on germination was recorded when *S. halepense* extracts were applied (Graph 3.). Germination inhibition amounted up to 34.8 % and was greater in Holandski žuti cultivar.



Graph 3. Effect of *S. halepense* water extracts on germination of onion cultivars

Higher concentrations of *S. halepense* extract significantly reduced root and shoot length and fresh weight of both onion cultivars (Table 3.). Lower concentrations only slightly reduced or even promoted shoot length and fresh weight of seedlings.

Table 3. Effect of *S. halepense* water extracts on growth of onion cultivars

<i>S. halepense</i> biomass in water, g/l	Root length (cm)		Shoot length (cm)		Fresh weight (mg)	
	Holandski žuti	Srebrenac majski	Holandski žuti	Srebrenac majski	Holandski žuti	Srebrenac majski
0	2.99 a	2.38 a	4.91 a	4.36 a	20.1 a	15.9 ab
1	2.57 b	2.11 a	5.02 a	4.55 a	19.3 a	18.4 a
5	0.79 c	0.78 b	3.81 b	3.90 a	13.1 b	13.3 b
10	0.48 c	0.53 b	2.15 c	1.96 b	7.3 c	8.4 c

Means followed by the same letter within the column are not significantly different at  $P < 0.05$ .

On average, extracts from *A. retroflexus* and *S. nigrum* had higher inhibitory effect and reduced seedlings length and fresh weight for over 50 %, while *S. halepense* extracts reduced shoot length and fresh weight around 25 %. According to Marinov-Serafimov (2010.) extracts from *A. retroflexus* and *S. nigrum* showed inhibitory effect on soybean, pea and vetch, while Golubinova and Ilieva (2014.) reported inhibitory effects of *S. halepense* against legume crops.

Germination and growth of onion seedlings decreased proportionately as concentration of weed biomass in water extracts increased. Inhibitory effect of higher and stimulatory effect of lower concentrations of weed water extracts was also reported by Marinov-Serafimov (2010.) and Baličević et al. (2014.).

The results showed that extracts had greater effect on seedlings growth rather than on onion seed germination. Regardless of extract, concentration and cultivar, germination inhibition averaged around 10%, while seedlings length and weight were reduced over 40 %. This is in agreement with findings of others (Konstantinović et al., 2014., Kalinova et al., 2012.) who concluded that effect of allelochemicals is more pronounced on the seedlings growth.

Onion cultivars differed in their susceptibility to water extracts. On average, inhibition of germination in Holandski žuti cultivar amounted up to 14.5 %, while in Srebrenac majski for 6.5 %.

Likewise, reduction of fresh biomass in Holandski žuti cultivar was higher. However, seedlings length of both cultivars was similarly affected. Sensitivity of crops to allelochemicals is different among species and genotypes within species (Asghari and Tewari, 2007., Baličević et al., 2014.).

## Conclusions

The results showed that investigated weed species possess certain allelopathic potential, both inhibitory and stimulatory. The effect depended on extract concentration and onion cultivar. Since the experiment was conducted only in Petri dishes, further studies in pots and under field conditions are necessary to fully determine weeds allelopathic potential.

## Literature

1. Aldrich, R. J., Kremer, R. J. (1997): Principles in Weed Management. 2nd Edition. Iowa State University Press.
2. Asghari, J., Tewari, J. P. (2007): Allelopathic Potentials of Eight Barley Cultivars on *Brassica juncea* (L.) Czern. and *Setaria viridis* (L.) p. Beauv. Journal of Agricultural Science and Tehcnology, 9, 165-176.
3. Baličević, R., Ravlić, M., Knežević, M., Serezlija, I. (2014): Allelopathic effect of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) water extracts on germination and initial growth of maize. The Journal of Animal and Plant Sciences, 24 (6), 1844-1848.
4. Golubinova, I., Ilieva, A. (2014): Allelopathic effect of water extracts of *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Convolvulus arvensis* L. and *Cirsium arvense* Scop. on early seedling growth of some leguminous crops. Pesticides and Phytomedicine, 29 (1), 35-43.
5. Hess, M., Barralis, G., Bleiholder, H., Buhr, H., Eggers, T., Hack, H., Stauss, R. (1997): Use of the extended BBCH scale – general for the description of the growth stages of mono- and dicotyledonous species. Weed Research, 37, 433-441.
6. Kalinova, S., Golubinova, I., Hristoskov, A., Ilieva, A. (2012): Allelopathic effect of aqueous extract from root system of johnsongrass on the seed germination and initial development of soybean, pea and vetch. Herbologia, 13 (1), 1-10.
7. Konstantinović, B., Blagojević, M., Konstantinović, B., Samardžić, N., (2104): Allelopathic effect of weed species *Amaranthus retroflexus* L. on maize seed germination. Romanian Agricultural Research, 31, 315-321.
8. 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.
9. Norsworthy, J. K. (2003): Allelopathic Potential of Wild Radish (*Raphanus raphanistrum*). Weed Technology, 17, 307-313.
10. Reinhardt, C. F., Meissner, R., Labuschagne, N. (1994): Allelopathic interaction between *Chenopodium album* L. and certain crop species. South African Journal of Plant and Soil, 11 (1), 45-49.
11. Rice, E. L. (1984): Allelopathy. 2<sup>nd</sup> edition. Academic Press, Orlando, Florida.

## Alelopatski utjecaj tri korovne vrste na klijavost i rast kultivara luka

### Sažetak

Cilj istraživanja bio je ispitati alelopatski potencijal tri korovne vrste (*Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Sorghum halepense*) na klijavost i rast dva kultivara luka (Holandski žuti i Srebrnac majski). Utjecaj vodenih ekstrakata od suhe nadzemne mase korova u koncentracijama od 1, 5 i 10% (10, 50 i 100 g/l) ispitan je u laboratorijskim uvjetima u petrijevim zdjelicama. Rezultati su pokazali da su vodeni ekstrakti značajno smanjili klijavost, duljinu korijena i izdanka te svježiu masu klijanaca luka. Ekstrakti *A. retroflexus* i *S. nigrum* imali su jači inhibitorni učinak te su smanjili rast klijanaca preko 50%. Ekstrakti u koncentracijama od 5 i 10% pokazali su veći negativni učinak. Zabilježene su razlike u osjetljivosti kultivara luka na učinak ekstrakata.

**Ključne riječi:** alelopatija, vodeni ekstrakti, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Sorghum halepense*

## Section III



---

---

# **New Trends in Livestock**

## **Novi trendovi u stočarstvu**





## Utjecaj rada s konjima na njihov psihofizički razvoj

Kristina Cavrić, Baban Mirjana, Boris Antunović, Pero Mijić, Maja Gregić

*Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1 d, Osijek, Hrvatska, e-mail: mbaban@pfos.hr*

### Sažetak

Pravilan odgoj mladoga konja, odnosno ždrjebeta, vrlo je bitna stavka u njegovom životu. Treba razumjeti tjelesne i duševne potrebe konja, jer njihovo nepoznavanje može doprinjeti lošem ishodu. Tri najveća stresa u životu konja su rođenje, odvajanje od majke i prvo zajahivanje. Obuka konja treba biti prilagođena dobi, psihofizičkom stanju, uporabnom cilju. Treba ju izvoditi strpljivo, postupno, bez prisile i grubih postupaka. Na taj način se kod konja razvija osjećaj povjerenja i želje za suradnjom. Osjećaj straha i tjeskobe proizlaze iz loših postupaka, te ga to koči u psihofizičkom razvoju. Vrlo važna potreba u životu konja je društvo. Društvo nekada, čak, može potpuno promijeniti ponašanje i osobnost konja. Da bi netko bio dobar jahač ili učitelj, mora dobro poznavati psihologiju konja, razumjeti njegove nagone, prohtjeve i strahove, te naučiti komunicirati s njim. Nagrada za vrijeme radnje ili poslije nje, potiče konja da ponavlja istu radnju i ubuduće. Mnogi treneri i jahači ne shvaćaju da je nagrađivanje vrlo bitan dio obuke.

**ključne riječi:** ždrjebe, konj, odgoj, učenje, ponašanje

### Uvod

Prije nego se kobila pripusti, treba se zapitati zbog čega se uopće želi ždrjebe. Treba razmotriti sve prednosti i mane. Kao prvo, treba se zapitati, hoće li biti dovoljno vremena za bavljenje ždrjebetom, iz kojeg razloga je potrebno ždrjebe. Uzgoj ždrjebeta donosi mnoga zadovoljstva, ali istovremeno traži mnogo znanja, rada, truda i vremena. Sa ždrjebetom treba raditi od početka, dakle od prvoga dana. Ždrjebetu treba odgoj uvježbane ruke, koja točno zna što radi. Što se više radi sa ždrjebetom, dok je ždrjebe malo, kasnije će biti lakše raditi s njim. Svaki korak, i dobar i loš, kasnije će se ogledati na reakcijama i ponašanju mladoga konja. Nije dovoljno ždrjebe viđati i odgajati jednom do dva puta tjedno. Sa ždrjebetom se mora baviti svaki dan (Herić, 2004.). Kod planiranja ždrjebeta treba se pripaziti i na niz drugih stvari kao što su uvjeti za odrastanje tog ždrjebeta. Cjelokupan životni ciklus konja može se podijeliti u četiri skupine, odnosno četiri razdoblja odgoja: do šest mjeseci, do prve godine, do druge godine i do kraja života (Mitrović i Grubić, 2003.). Ždrjebe treba pravovremeno upoznati sa svime što ga okružuje, automobilima, prikolicom, naseljima, šumom, zvucima, bukom i činiti to na pravilan način. Cilj ovoga rada je bio opisati različite metode odgoja ždrjebadi, učenje osnovnim radnjama i utjecaju odgoja na daljnji psihofizički razvoj konja.

### Rad s konjem i posljedice toga rada

Na sportske performanse konja i genetski potencijal utječe pravilan odgoj. Termin „odgoj“ predstavlja skup radnji koje za cilj imaju pravilan razvoj mladog konja (Gavrilović, 2011.). Obuka ko-

nja treba biti prilagođena dobi, psihofizičkom stanju, uporabnom cilju. Treba ju izvoditi strpljivo, postupno, bez prisile i grubih postupaka. Na taj način se kod konja razvija osjećaj povjerenja i želje za suradnjom. Osjećaj straha i tjeskobe proizlaze iz loših postupaka, te ga to koči u psihofizičkom razvoju. Mladoga konja ne treba previše opterećivati obukom, obzirom da je u fazi intenzivnoga razvoja, fizički i psihički nezreo i zaigran (Ivanković, 2004.). Pod pravilnim razvojem se podrazumijeva pravilan i uravnotežen skeletni sustav, bez eksterijernih mana. Preduvjet za uspješan odgoj je svakako i pravilan odabir majke i pastuha (Gavrilović, 2011.). Veza između čovjeka i konja traje nekoliko tisuća godina, u tome razdoblju čovjek je pokušao nametnuti konju svoje poglede i prohtjeve, koje se protive njegovom prirodnom nagonu. Kako su živjeli u prirodi, da bi opstali, nisu smjeli dozvoliti nikome da im se popne na leđa, jer su ih veliki grabežljivci uglavnom na taj način lovili (Trailović i sur., 2008.). Kod prvog zajahivanja, konj nagonski nastoji maknuti teret s leđa, jer mu stvara nelagodu. Obukom konja krote se njegove prirodne reakcije, usvajaju se nove vrste kretanja, usklađuju se pokreti i ritam, razvija se koncentracija i inteligencija, uči ih se poslušnosti (Ivanković, 2004.). Pazili su da im glava i noge uvijek budu slobodni, da bi mogli pobjeći na svaku opasnost. Čovjek je uspio, nakon pripitomljavanja popeti se na leđa konju i potisnuti mnoge prirodne instinkte, dozvoljavajući da se pokažu samo u uvjetima maksimalne ugroženosti. Odgovarajuća obuka neophodna je za tako nešto (Trailović i sur., 2008.). Obuka konja ima cilj navikavati konja na čovjeka, opremu i izvršavanje radnji, te se pri tome nastoje obuzdati nagonske reakcije na određene okolišne podražaje (Ivanković, 2004.). Da bi netko bio dobar jahač ili učitelj, mora dobro poznavati psihologiju konja, razumjeti njegove nagone, prohtjeve i strahove, te naučiti komunicirati s njim. Jahač treba razumjeti konja, jednako kao što i on razumije što jahač traži od njega. Ukoliko se obuci pristupi na pravi način, konj će lako pobuditi znatiželju za novim navikama i usvajanjem, potisnut će strah i svoje instinkte, te će se lako pripitomiti, postati poslušan (Trailović i sur., 2008.). Pravilna obuka temelji se na blagim postupcima i razumijevanju konja, kako bi s voljom izvršavao zapovijedi. Nastoje se stvoriti pozitivne asocijacije vezane uz određene radnje, kako bi ih konj s voljom izvršavao (Ivanković, 2004.). Prema Mitroviću i sur. (2005.), ukoliko se između konja i jahača uspostavi pravilan odnos, on postaje jako odan i poslušan, na primjer nakon pada jahača ostati će pokraj njega i paziti da ga ne ozlijedi. Kao posljedica grešaka jahača ili trenera, javlja se najveći broj poteškoća. Konji koji se opiru učenju i zahtjevima obično su se nalazili u lošim i nestručnim rukama, pa takve konje obično proglaše tvrdoglavima i lošim „đacima“. Vještina obučavanja ovisi i o razumijevanju signala koje konj daje, prepoznavanje namjere i prije nego što konj nešto napravi, vrlo je bitno, te također i prihvaćanje odgovornosti za vlastite pogreške. Ukoliko konj pruža otpor prema radnjama, postoji više razloga za takvo ponašanje. Jedan od razloga je dosada, ukoliko se stalno ponavlja jedna te ista radnja, učestalo kod mladih grla, tada treba prijeći na drugu radnju čim se primijeti da mu je ova dosadila, odnosno učiniti trening zanimljivim. Drugi je razlog strah, koji dolazi zbog prijašnjih kažnjavanja, nedostatka povjerenja ili okolnosti u kojima se radi. Treba pronaći uzrok, te polako i strpljivo uvoditi konja i nove radnje. Ukoliko postoji stvarna opasnost, jahač treba biti smiren i opušten, to konj prepoznaje i pomaže mu da se ne uspaniči i problem postupno nestaje. Malo ždrjebe ne plaši se skoro ničega, dok odrasli konji jako reagiraju na sve što im je nepoznato, to znači da je mladost pravo vrijeme za upoznavanje s čovjekom. Dobar jahač prepoznat će namjere konja i prije nego što on nešto napravi, te ako je potrebno spriječiti ga u tome. Kažnjavanje nakon pogreške ne vodi ničemu, jer je životinja napravila što je htjela i vjerojatno počela razmišljati o nečemu drugome, te joj tada nije jasno zbog čega sada kazna. To povećava nepovjerenje prema čovjeku (Trailović i sur., 2008.). Pri proučavanju ponašanja životinja, mnogo veća pažnja daje se uzroku, odnosno unutrašnjoj potrebi koja izaziva reakciju, nego samoj reakciji (Trailović i sur., 2012.). Ukoliko konj pokušava ugristi, te ga se tada udari, to će povezati s time što je htio učiniti. Da se uvjeri u to, vjerojatno će opet pokušati učiniti isto, te se

tada kazna mora ponoviti. Samo konj koji se osjeća sigurno, samouvjereno i slobodno, pravilno će reagirati na zapovijedi. Strah stvara nervozu, te se tako umanjuje osjećaj i percepcija. Prvi korak ka uspješnom radu s konjem je obuzdavanje napetosti. Ukoliko se jahač plaši konja, ili mu nervozu stvaraju sasvim druge stvari, to konj osjeća te se i on počne tako ponašati. Napetost i strah na početku se primjećuju po tome što konj ne žvače žvalu, vrat i vilica su mu ukočeni. Pokreti su nagli i isprekidani, nisu opuštteni. Ukoliko se ne reagira na pravi način to preraste u paniku. Ponekad ljudi žele što brže postići nešto i tako drastičnim metodama lome konja, pa dobiju istraumaranu životinju koja je u stalnom strahu da će pogriješiti. Konja ne treba kažnjavati ako je preživahan prije treninga, već ga pustiti da se izgalopira, jer se višak energije negdje treba ispustiti, da se to nebi pokazalo na treningu. Trailović i sur. (2008.) ističu da bez obzira na to koliko je odnos konja i s jahača skladan, povremeno će odbiti napraviti nešto što se od njega traži, s mišljenjem „zašto bih?“. Tada jahač mora biti brz i odlučan, inzistirati na poslušnosti te se tada ovakvi problemi brzo rješavaju. Cilj odgoja sportskog konja je maksimalno pravilno razvijanje budućeg mladog konja za što kraće vrijeme, koji će biti psihički i fizički sposobni za postizanje velikih napora. Obučeni konj sposoban je za rad s ljudima, kako bi prihvaćao i izvršavao naredbe. Prema istraživanjima, kako navodi Gavrilović (2011.), pravilan odgoj sportskog konja sa više od 65 % pridonosi postizanju vrhunskih rezultata, znači da odgoj sam po sebi predstavlja 65 % vrijednosti grla u trkama. Ostalih 35 % odlazi na trening, genetsku osnovu, vlasništvo i sreću.

### **Motivacija za rad konja**

Nagrada za vrijeme radnje ili poslije nje, potiče konja da ponavlja istu radnju i ubuduće. S nagradama treba biti i oprezan, jer previše poslastica može dovesti do halapljive i razmažene životinje koja sve okolo gricka i gura nos, očekujući zalogaj. Kao podjednako dobra nagrada može djelovati i tapšanje po vratu te blaga riječ. Mnogi ne shvaćaju da je nagrađivanje vrlo bitan dio obuke, nego se orijentiraju samo na kažnjavanje te se tako trening zasniva na strahu. Takav konj može biti poslušan, ali kod njega nema radosti, i mogući su iznenadni postupci u strahu. Nakon nekog vremena odmor poslije treninga također predstavlja nagradu, isto tako i odmor nakon dobro odrađene vježbe, kada se konja pusti da se ispuše i opusti. Ukoliko ga se ne pohvaljuje nakon vježbe, počeo će ju odbijati i opirati se. Nagrađivanje ovisi i o konju, ukoliko ga se podmićuje s poslasticom da, na primjer, uđe u prikolicu. Konj koji je preplašen neće dati rezultate, zbog napetosti. Razmišljati će samo o mogućoj opasnosti, usta su im suha, a vilice nepomične pa ne osjećaju želju za jelom. Također, nervozni konji nemaju baš apetita, pa ih poslastica neće previše ni zanimati, dok će halapljivi konji učiniti sve da je se domognu (Trailović i sur. 2008.). Skoro najjači stres za konja je prvo zahijavanje, nužno ga je dobro pripremiti za ovaj korak, što se postiže nagradama nakon pozitivnih pomaka (Ivanković, 2004.). Nije dobro ni stalno, svaki puta poslije treninga davati nagrade, jer ih poslije više neće tako shvaćati. Najbolje je konja nagraditi prirodnim postupcima, tapšanjem i riječima. Prema iskustvima, može se vidjeti da se daleko bolji rezultati postižu pohvalom i nagrađivanjem. Kažnjavanje konja će dovesti do straha i napetosti, napetost do neprihvatanja obuke, te se tada trening pretvara u neugodnu i opasnu borbu (Trailović i sur., 2008.). Nagrade u obliku zalogaja nisu uvijek najbolji način nagrađivanja, jer je nekada nemoguće dati ih dovoljno brzo da bi ih konj shvatio kao nagradu za učinjeno. S obzirom da su vrlo osjetljivi na glas jahača, riječ pohvale će bolje poslužiti. McBane, (1999.) ističe da konji odmor shvaćaju kao nagradu, pa je tako šetnja s opuštenim uzdama, stajanje na nekoliko minuta, ili šetnja sa jahačem koji nije u sedlu, također, dobra nagrada.

## Odgoj različitih kategorija konja

Svako razdoblje je specifično po odgoju i načinu hranidbe. Najbolji način držanja, za dobro odgajanje, pašnjački je način, jer se tim načinom pravilno razvijaju pojedini dijelovi tijela, jačaju kosti, mišići, zglobovi i tetive. Prvo razdoblje odgoja je sisajuće razdoblje. U pravilu traje 5-6 mjeseci, muška grla sisaju i duže. Na građu i čvrstoću kopita treba obratiti posebnu pozornost, jer to uvjetuje radnu sposobnost konja. U drugom razdoblju života ždrjebe raste i zbog toga mu je potrebno osigurati pojačanu i raznovrsnu hranidbu. Ždrjebad bi se morala kretati svakodnevno. Odvajanje po spolovima treba izvesti najkasnije kad napune godinu dana života (Mitrović i Grubić, 2003.). U obroku uvijek mora biti kvalitetno livadno sijeno i kvalitetan dodatak, hranidba je od izuzetne važnosti. Ukoliko se ždrjebe pravilno odgoji u ovome razdoblju, veliki dio posla je završen. S 12 mjeseci je dobro razvijeno, s pravilnim stavovima nogu, odgovarajućom visinom i težinom, i u odličnom zdravstvenom stanju, može se očekivati veliki uspjeh (Gavrilović, 2011.). Od prve do druge godine osnovna je hrana paša i sijeno uz minimalni dodatak koncentriranih krmiva (1-1,5 kg). Grla koja su namijenjena za trke, hrane se intenzivnije. Time se postiže odgovarajuća koščatost, mišićavost, razvijenost i zrelost. Konj u životu preživljava tri jako bitna stresa, ždrijebljenje, odbiće i prvo jahanje. Treba paziti na to da ti trenutci budu što manje stresni za razvoj konja i njegovu psihu. Tjelesni razvoj se usporava u četvrtom razdoblju, osnovna hrana u tome razdoblju je paša i sijeno (Mitrović i Grubić, 2003.).

## Utjecaj socijalnog kontakta na daljnji razvoj

Konji, inače, žive u stadima, što je jako važno. Stado pruža sigurnost i olakšava preživljavanje. Ždrjebe ne smije propustiti naučiti zakone stada i samo se izboriti za svoje mjesto u njemu. Ždrjebe bez stada često duhovno i tjelesno kržlja i zbog toga postaje asocijalno što mu kasnije u životu može činiti velike poteškoće, kao na primjer, kasniji prvi susret s drugim konjima itd. (Herić, 2004.). Društvo ždrjebadi iste dobi je vrlo bitan čimbenik za pravilan mentalni razvoj. Sva odbijena ždrjebad trebala bi biti zajedno u ispustu, sa slobodnim ulaskom u staju, najbolje bez odvojenih boksova (Gavrilović, 2011.). Vrlo važna potreba u životu konja je društvo. Društvo nekada čak može potpuno promijeniti ponašanje i osobnost konja. Konj koji nije bio u društvu, nije sposoban pravilno odgovoriti ni na jedan podražaj, čak se može ponašati i mentalno defektno. U slučaju opasnosti zajedništvo posebno dolazi do izražaja, kada cijelo društvo reagira kao jedno biće. U početku se ždrjebe zabavlja isključivo uz kobilu, jer njena upozorenja mu pokazuju čega se moraju paziti, s obzirom da nemaju iskustva. U početku mu dozvoljava sve, da ju gura, nalijeće na nju, grize joj rep i penje se po njoj, kroz sve to ga uči uzajamnom češkanju. Nakon mjesec dana pažnja se usmjerava na drugu ždrjebad, da se igra s njima. Igrom se ždrjebe uči ponašanju u društvu, koordinaciji pokreta, razumijevanju i pokazivanju signala, komunikaciji. Ždrjebe koje odrasta samo, pokazuje zaostajanje u psihofizičkom razvoju. U početku se igraju podjednako, neovisno o spolu, kasnije omad postaju aktivnija, dok se omice više vole družiti češkanjem i grickanjem (Trailović i sur., 2012.). Do četvrtog tjedna starosti ždrjebad uglavnom borave samo uz majku. Nakon četvrtog tjedna počinju se igrati jedni s drugima, muška ždrjebad igra se više i u igri pokazuju više agresije (Carson i Wood-Gush, 1983.). Divlji konji imaju kontakte s drugim konjima, dok ih pripitomljeni imaju vrlo malo. Zato je domaćim konjima potreban kontakt s ljudima, to se postiže aktivnostima kao što su timarenje i vježbanje. Konji u konjušnicama koji ne dobivaju dovoljno poticaja mogu kao reakciju na stresne situacije razviti loše navike. Konj je društvena životinja, nema li drugih konja oko njega, treba mu ponuditi tjelesni kontakt i duševnu stimulaciju od ljudskog društva, kakvo bi, inače, imao od konja u krdu (Voleg, 2008.). Preporuka je da, ukoliko je to moguće, konji budu na pašnjaku na kojem imaju uvjet za slobodno kretanje, igru, napasivanje i socijalni kontakt. Boravak na otvorenom dobro djeluje

na psihofizički razvoj konja. Preporuka je da se na pašnjaku drži više kobila sa ždrjebadi, zbog psihičkog razvoja i socijaliziranja (Ivanković, 2004.).

### **Zaključak**

Cjelokupan životni ciklus konja može se podijeliti u četiri skupine, odnosno četiri razdoblja odgoja: do šest mjeseci, do prve godine, do druge godine i do kraja života. Svako razdoblje je specifično po odgoju i načinu hranidbe. Sve što se želi, može se postići na lijep način. Dosta konjogojaca će reći da su grubost i kažnjavanje uobičajene i potrebne stvari. Oštar treba biti samo u nekim situacijama, treba oštro i odlučno inzistirati na onome što se i započne, ali to je sve moguće postići i bez grubosti i maltretiranja. Istina je da je takav postupak dulji i zahtjevniji, ali koristi koje donosi su neosporne. To se grubim načinom nikada neće moći postići, jer je najvažnije povjerenje između čovjeka i konja.

### **Napomena**

Rad je izvod iz završnog rada studenta Kristine Cavrić pod nazivom „Utjecaj rada s konjima na njihov psihofizički razvoj“, obranjenog 22. rujna 2014. na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku.

### **Literatura**

1. Carson, K., Wood-Gush, D. G. M. (1983): Equine behaviour: I. A review of the literature on social and dam - Foal behaviour. Applied Animal Ethology, 10(3): 165.
2. Gavrilović, A. (2011): Odgoj sportskog konja: praktična iskustva. Horseville, 2011. II. regionalno savetovanje: Uzgoj, reprodukcija i zdravstvena zaštita konja. Novi Sad.
3. Herić, V. (2004): Početnica za uzgajivače konja. Biblioteka Sagana, Zagreb.
4. Ivanković, A. (2004): Konjogojstvo. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
5. McBane, S. (1999): How your horse works. David & Charles, Lancashire.
6. Mitrović, S. (2005): Konjarstvo – praktikum. Poljoprivredni fakultet Zemun, Beograd.
7. Mitrović, S., Grubić, G. (2003): Odgajivanje i ishrana konja. Univerzitet u Beogradu.
8. Trailović, R., Trailović, D., Lazić, J. (2008): Konjarstvo i konjički sport. VetKer, Beograd.
9. Trailović, D., Vučinić, M., Lazić, J. (2012): Etologija – ponašanje i dobrobit konja. VetKer, Beograd.
10. Voleg, C. (2008): Konji – ilustrirani priručnik. Mozaik knjiga.

## Effect of Working With Horses on Their Psychophysical Development

### Abstract

Proper education of a young horse, or a foal, it is an important happening in his life. Is important to understand the physical and emotional needs of the horses because if the rider doesn't understand that, it can contribute to a bad outcome. The three biggest stress in a horse-life are his birth, separation from his the mother and the first riding. Training horses should be adjusted to the age, mental and physical condition, purpose. It needs to be done with patient, gradually, without coercion and mishandling. In this way a horse develops a sense of trust and a desire to cooperate. The feeling of fear and anxiety is a result from mismanagement, and it is hindering the mental and physical development. A very important need in horse life is society. The society sometimes even can completely change the behavior and personality of the horse. To be a good rider or a teacher they should be familiar with the psychology of the horse, understand his instincts, demands and fears, and learn to communicate with him. An award during the act or after it, encourages the horse to repeat the same action in the future. Many trainers and riders do not realize that rewarding is an essential part of training.

**Key words:** foal, horse, education, learning, behavior

## Utjecaj higijenskog ponašanja pčela na populaciju grinja (*Varroa destructor*) u pčelinjoj zajednici

Marin Kovačić, Zlatko Puškadija, Dinko Jelkić, David Kranjac

*Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska, e-mail: komarin@pfos.hr*

### Sažetak

Higijensko ponašanje medonosne pčele (*Apis mellifera* L.) očituje se u otklapanju i uklanjanju mrtvog ili zaraženog legla. U našem istraživanju, tijekom proljeća i ljeta 2014. godine, praćen je utjecaj higijenskog ponašanja pčela na populaciju grinje (*Varroa destructor* Anderson i Trueman, 2000.) u košnici. Istraživanje je bilo provedeno na 36 pčelinjih zajednica na pčelinjaku u Čemincu, Baranja. Tijekom travnja praćen je prirodni pad varoe kroz 7 dana u dva navrata na umetku u mrežastoj podnici. U lipnju i srpnju praćen je broj nametnika na odraslim pčelama metodom šećera u prahu. Kontrola higijenskog ponašanja provedena je tijekom lipnja pomoću „pin testa“. U proljetnom dijelu prirodnim padom varoe nije zabilježena ni jedna grinja, a brojanjem na odraslim pčelama tijekom ljeta primijećen je značajan porast nametnika u srpnju. Nakon 24 h od provođenja pin testa, pčele su prosječno očistile 51,94 % stanica (min-max: 8-96 %). Prema očekivanju, skupina zajednica s najlošijim higijenskim ponašanjem imala je najveći broj nametnika. Najmanji broj grinja zabilježen je kod skupine zajednica sa srednje izraženim higijenskim ponašanjem. U određenoj mjeri higijensko ponašanje pčela utječe negativno na razvoj populacije varoe i predstavlja dobar temelj u programu selekcije pčela tolerantnih na varoozu.

**Ključne riječi:** *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, higijensko ponašanje

### Uvod

Grinja (*Varroa destructor* Anderson i Trueman, 2000.) je nametnik na medonosnoj pčeli (*Apis mellifera* L.). Varoa se hrani hemolimfom pčele i razmnožava se u leglu. Pčela koja se razvila iz legla invadiranim varoom ima oslabljeno masno tkivo, slabije razvijene hipofaringealne žlijezde i kraći životni vijek (De Jong i sur., 1982.). Osim izravne štete koju nanosi pčeli, varoa je posrednik u širenju virusa i bakterija (Huang i sur., 1995.). Varoa je uzročnik najvećeg udjela gubitka pčela u SAD-u, Europi i Hrvatskoj (Neumann i Carreck, 2010.) U Hrvatskoj se od 2009. do 2013. godine za 36,9 % zimskih gubitaka izravnim krivcem smatra upravo varoa (Dražić i Filipi, 2013.). Danas borba protiv varoe uglavnom podrazumijeva liječenje kemijskim sredstvima, čija je uporaba dovela do pojave rezistencije varoe na pojedine aktivne tvari (Milani, 1999.). Dugoročni planovi u borbi protiv varoe danas se temelje na uzgoju pčela tolerantnih na varoozu.

Higijensko ponašanje je prirodni način obrane pčela od bolesti legla. Pčele s izraženim svojstvom higijenskog ponašanja otkrivaju, otklapaju i uklanjaju zaraženo ili mrtvo leglo (Rothenbuhler, 1964.). Na ovaj način, bolesti poput vapnenastog legla (uzročnik gljivica *Ascosphaera*

*apis*), američke gnjiloće (uzročnik bakterija *Paenibacillus larvae*) ili varoe mogu biti djelomično kontrolirane (Boecking i Spivak, 1999.). U prirodi manje od 10 % zajednica pokazuje svojstvo higijenskog ponašanja (Spivak i Gilliam, 1993.). Pčelinje zajednice selekcionirane na higijensko ponašanje imaju manje varoe od neselekcioniranih zajednica (Delaplane i sur, 2005., Ibrahim i Spivak, 2006., Ratnieks, 2014.).

Pčele s izraženim higijenskim ponašanjem kod uklanjanja legla invadiranog varoom nazvane su VSH (Varroa sensitive hygiene) pčele. To je svojstvo pčela gdje one prekidaju ciklus razmnožavanja varoe otklapajući i uklanjajući invadirano leglo iz stanica saća (Harbo i Harris, 2009.). Zajednice s izraženim VSH svojstvom imaju manji broj nametnika od zajednica sa svojstvom higijenskog ponašanja (Delaplane i sur, 2005., Ibrahim i Spivak, 2006.). Pčele uzgajane na VSH svojstvo pokazale su i izraženo higijensko ponašanje iako nisu selekcionirane na njega. Istraživanje koje su proveli Ibrahim i Spivak (2005.) pokazalo je kako su pčele s VSH svojstvom očistile 98,6 % stanica legla usmrćenih smrzavanjem. U uzgojni program sive pčele (*Apis mellifera carnica* Pollmann) Udruge uzgajivača selekcioniranih matica pčela Hrvatske iz 2005. godine uključeno je praćenje higijenskog ponašanja pčela putem pin testa i praćenje populacije varoe.

## Materijal i metode

Istraživanje je provedeno u Čemincu u Baranji na 36 pčelinjih zajednica, smještenih u standardnim LR košnicama, od travnja do kolovoza 2014. godine. Sve matice bile su iz 2012. godine kada je 400 zajednica ušlo u performans test (ocjena proljetnog razvoja, obrambenog ponašanja, rojidbenog nagona, mirnoće na saću i proizvodnje meda). Performans test proveden je tijekom 2013. godine. Od 400 zajednica iz 2012. godine, odabrano je 36 zajednica s najboljim rezultatima performans testa za praćenje broja varoe i higijenskog ponašanja u 2014. godini.

Broj varoa praćen je na umetku u mrežastoj podnici i brojanjem nametnika na odraslim pčelama. Od 3. do 10. travnja i 10. do 17. travnja kontrolirana je prirodna smrtnost varoe na umetku u mrežastoj podnici kroz sedam dana. Prije postavljanja, umetak je premazan tankim slojem jestivog ulja sa svrhom onemogućavanja odnošenja otpalih grinja od strane mrava. Brojanje grinja na odraslim pčelama proveden je metodom šećera u prahu u dva navrata i to 20. lipnja i 15. srpnja na uzorku od 100 ml pčela prema preporukama Dietmann i sur. (2013.). Uzorak pčela uzet je iz plodišnog nastavka, gdje je očekivana populacija varoe najveća (Rosenkranz i sur., 2009.).

Za procjenu higijenskog ponašanja pčelinje zajednice korištena je standardna „pin test“ metoda koja je preporučena selekcijskim programima (Büchler i sur., 2013.). Ovom metodom utvrđuje se vremensko razdoblje potrebno pčelama za uklanjanje usmrćenog poklopljenog legla. Pin test proveden je 20. lipnja. Na okviru s poklopljenim leglom odabrano je na površini 10x10 cm 50 stanica legla u fazi ružičastih očiju i probijeno s entomološkom iglom kako bi se leglo usmrtilo. Okvir je vraćen u košnicu i nakon 24 h provjeren je udio potpuno očišćenih stanica.

## Rezultati i rasprava

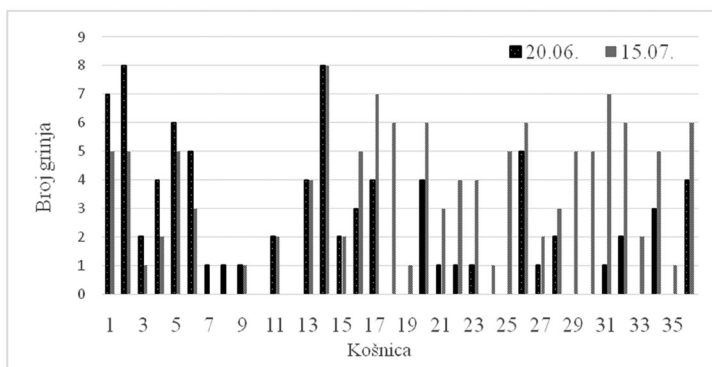
Tijekom praćenja prirodnog pada varoe u travnju ni na jednom podlošku na pokusnim zajednicama nije utvrđena grinja.



Tablica 1. Broj pčelinjih zajednica raspoređenih u skupine prema higijenskom ponašanju izraženog u udjelu očišćenih stanica

Udio očišćenih stanica	Broj zajednica
0-32%	10
33-66%	15
67-100%	11

Brojanjem grinja na odraslim pčelama 20. lipnja utvrđeno je prosječno 2,3 grinje po zajednici (min-max: 0-8). Brojanje provedeno 15. srpnja pokazalo je porast, kada je prosječno nađeno 3,55 grinja po zajednici (min-max: 0-8). Nakon brojanja 20. lipnja, 30 zajednica imalo je manje od pet grinja, dok je 15. srpnja na 20 zajednica ustanovljeno manje od pet grinja. Iako je kod većine zajednica zabilježen porast broja grinja, koji je i očekivan (Rosenkranz i sur., 2009.), na osam zajednica primijećen je pad broja grinja prilikom drugog brojanja u odnosu na prvo (Grafikon 1.). Takve bi zajednice bilo zanimljivo pratiti na VSH svojstvo.



Grafikon 1. Broj varoa na odraslim pčelama 20. lipnja i 15. srpnja

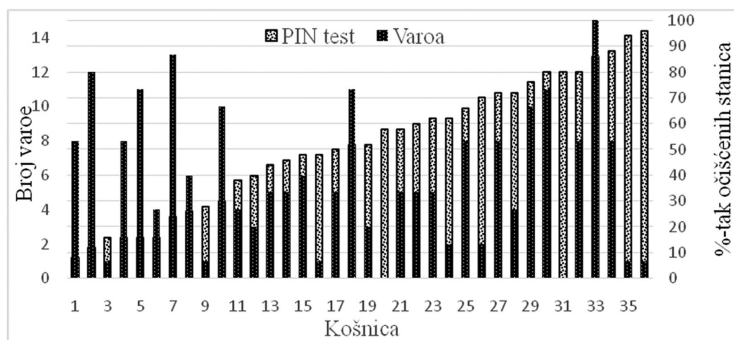
Rezultati pin testa pokazali su širok raspon udjela očišćenih stanica (min-max: 8-96 %) s prosjeком od 51,94 % očišćenih stanica nakon 24 h (Grafikon 2.). Zajednice su bile podijeljene u tri skupine prema udjelu očišćenih stanica (Tablica 1.).

Tablica 2. Prosječan broj utvrđenih grinja u odnosu na skupine pčelinjih zajednica prema higijenskom ponašanju

Udio očišćenih stanica (pin test)	Prosječan broj grinja		
	(20.06.)	(15.07.)	(ukupno)
0-32%	3	4,4	3,7
33-66%	1,33	3,2	2,27
67-100%	3	3,27	3,13

Uspoređujući odnos higijenskog ponašanja i broja grinja na odraslim pčelama, vidljivo je kako pčele s najlošijim higijenskim ponašanjem imaju najveći broj grinja (Tablica 2. i Grafikon 2). Ipak, iznenađujući je podatak da skupina zajednica sa srednje izraženim higijenskim ponašanjem ima-

ju najmanji broj nametnika. Također, vidljiv je najmanji prosječni porast broja nametnika kod treće skupine zajednica (s 3 na 3,27), znači samo 0,27 grinja, dok su kod prve skupine narasle za 1,4, odnosno 1,87 kod druge skupine (Tablica 2.). Najveći broj zajednica (7) koje su imale manji ili jednak broj grinja 15. srpnja, nalaze se u skupini s najjače izraženim higijenskim ponašanjem.



Grafikon 2. Odnos broja varoa i higijenskog ponašanja

## Zaključak

Ovim su istraživanjem potvrđeni rezultati drugih autora kako higijensko ponašanje ima negativan utjecaj na porast populacije varoe (Spivak i Reuter, 1998., Spivak i Reuter, 2001.). Ipak, pri većoj invadiranosti zajednice varoom (>15 %) ne treba očekivati preživljavanje zajednice bez tretmana protiv varoe. Higijensko ponašanje ima veliku ulogu u selekciji pčela tolerantnih na bolesti legla. No za uzgoj pčela tolerantnih na varou potrebno je provoditi nove metode selekcije (VSH) pčela, tj. pčela sa izraženijim higijenskim ponašanjem uklanjanja invadiranog legla varoom (Harbo i Harris, 2009.).

## Literatura

- Boecking, O., Spivak, M. (1999): Behavioral defenses of honey bees against *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*, 30: 141-158.
- Büchler, R., Andonov, S., Bienefeld, K., Costa, C., Hatjina, F., Kezić, N., Kryger, P., Spivak, M., Uzunov, A., Wilde, J. (2013): Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. *Journal of Apicultural Research* 52(1).
- De Jong, D., Morse, R. A., Eickwort, G. C. (1982): Mite pests of honey bees. *Annu. Rev. Entomol.* 27: 229-252.
- Delaplane, K. S., Berry, J. A., Skinner, J. A., Parkman, J. P., Hood, W. M. (2005): Integrated pest management against *Varroa destructor* reduces colony mite levels and delays treatment threshold. *Journal of Apicultural Research*, 44(4): 157-162.
- Dietemann, V., Nazzi, F., Martin, S. J., Anderson, D. L., Locke, B., Delaplane, K. S., Wauquiez, Q., Tannahill, C., Frey, E., Ziegelmann, B., Rosenkranz, P., Ellis, J. D. (2013): Standard methods for varroa research. *Journal of Apicultural Research*, 52(1).
- Dražić, M., Filipi, J. (2013): Pet godina praćenja podataka o gubicima pčelinjih zajednica u Hrvatskoj. <http://www.ekomreza.org/blobs/13521a10-b01b-4fff-ad09-0edc96841fbc.pdf> (03.03.2015.).
- Harbo, J. R., Harris, J. W. (2009): Responses to Varroa by honey bees with different levels of Varroa Sensitive Hygiene. *Journal of Apicultural Research* 48(3): 156-161.
- Huang, A. C. F., Adams, J. R., Shimanuki, H. (1995): Bee parasitic mite syndrome (II): The role of Varroa mites and viruses, *Am. Bee J.* 135: 431-434.

9. Ibrahim, A., Spivak, M. (2006): The relationship between hygienic behaviour and suppression of mite reproduction as honey bee (*Apis mellifera*) mechanisms of resistance to *Varroa destructor*. *Apidologie*, 37: 31.
10. Milani, N. (1999): The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides. *Apidologie* 30, 229–234.
11. Moretto, G., Guerra, J. C. V., Bittencourt, C. V. (2006): Uncapping activity of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) towards worker brood cells infested with the mite *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Mesostigmata: Varroidae). *Neotropical Entomology* 35(3): 299-301.
12. Neumann, P., Carreck, N. (2010): Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research* 49(1): 1-6.
13. Ratnieks, F. L. W. (2014): The Sussex plan - Plan for honey bee health and well being. <https://www.sussex.ac.uk/webteam/gateway/file.php?name=ratnieks-sussexplan-beecraft-june2014.pdf&site=60> (03.03.2015.).
14. Rosenkranz, P., Aumeier, P., Ziegelmann, B. (2009): Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology* (103): 96-119.
15. Rothenbuchler, W. C. (1964): Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees. IV. Responses of F1 and backcross generations to disease-killed brood. *American Zoologist*: 111-123.
16. Spivak, M., Gilliam, M. (1993): Facultative expression of hygienic behaviour in honey bees in relation to disease resistance. *Journal of Apicultural Research* 32: 147-157.
17. Spivak, M., Reuter, G. S. (1998): Performance of hygienic honey bee colonies in a commercial apiary. *Apidologie* 29: 285-296.
18. Spivak, M., Reuter, G. S. (2001): *Varroa destructor* infestation in untreated honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies selected for hygienic behaviour. *J. Econ. Entomol.* 94(2): 326-331.

## Influence of honey bee hygienic behaviour on *Varroa* mite (*Varroa destructor*) population in bee hive

### Abstract

Hygienic behaviour of honey bees (*Apis mellifera* L.) presents uncapping and removal of dead and infected brood by worker bees. Our research was conducted in spring and summer 2014. during which we tracked influence of hygienic behaviour of bees on varroa (*Varroa destructor* Anderson and Trueman, 2000.) population. In research were included 36 colonies in the apiary in Čeminac, Baranja. Natural mite fall was followed twice for 7 days in April using screened bottom board. In June and July was followed number of mites on adult bees using powder sugar method. Control of hygienic behaviour was conducted in June using standard "pin test". During natural mite fall in April no varroa was found. Counting number of mites on adult bees during showed significal increase of mites in July. 24 h after conducting pin test, bees cleaned average 51,94 % of cells (8-96 %). As expected, the colonies with the worst hygienic behaviour had the most varroa mites. The least number of mites had group of colonies with median values of hygienic behaviour. Hygienic behaviour of bees has a negative impact on the population of varroa and presents a good foundation in the selection programs for varroa resistant bees.

**Key words:** *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, hygienic behaviour

## Procjena indeksa životnih potreba mliječnih krava na suvremenoj farmi

Marko Lađarević, Pero Mijić, Goran Vučković, Tina Bobić, Marcela Šperanda,  
Matija Domaćinović, Mirjana Baban, Maja Gregić

*Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1 d,  
Osijek, Hrvatska, e-mail: Pero.Mijic@pfos.hr*

### Sažetak

U znanstvenim, zakonodavnim i krugovima konzumenata animalnih proizvoda pažnja se sve češće obraća na dobrobit farmskih životinja pa tako i mliječnih krava. S ciljem vrednovanja dobrobiti na farmskoj razini razvijeni su određeni sustavi procjena, a jedan od najrasprostranjenijih je austrijski sustav procjene dobrobiti s obzirom na smještajne uvjete pod nazivom Animal Needs Index (ANI). Kako u Republici Hrvatskoj do sada nije rađeno slično istraživanja, cilj ovog rada je bio napraviti procjenu dobrobiti uzgoja goveda na primjeru jedne mliječne farme. Istraživanje je provedeno na jednoj suvremenoj mliječnoj farmi krava, pri čemu je analizirano osam smještajnih objekata.

Rezultati istraživanja su pokazali kako je ukupna ocjena svih staja 30 ANI bodova. Najbolje rangirana je bila sedma staja (40 bodova), a najslabije peta (26,5 bodova). Na temelju provedene kategorizacije, istraživana farma svrstana je u prvu, odnosno najbolju skupinu obzirom na ispunjavanje uvjeta dobrobiti držanja životinja. U Republici Hrvatskoj ne postoji službeni sustav procjene dobrobiti goveda, te bi proučavani sustav ANI ocjena mogao poslužiti kao dobra podloga za izradu vlastitog. Ova rasprava trebala bi potaknuti stručnu i znanstvenu javnost u razmišljanju i napretku izgradnje još bolji uvjeta dobrobiti za životinje koje se drže u farmskom uzgoju.

**Ključne riječi:** dobrobit, mliječna goveda, staja, sustav ANI ocjena

### Uvod

Posljednjih nekoliko godina u znanstvenim krugovima, zakonodavnom sustavu, te u široj javnosti sve se češće stavlja naglasak na životne potrebe životinja koje se odnose na dobrobit. Početak zakonske regulacije dobrobiti životinja seže u prošlost do 1965. godine kada je vlada Velike Britanije, naglasila kako se farmskim životinjama mora osigurati slobodno ustajanje, lijeganje, okretanje, timarenje i protezanje udova. Jedna od prvih država koja je pokrenula značajnije mjere dobrobiti za farmske životinje bilo je Ujedinjeno Kraljevstvo koje je ustanovilo nezavisni odbor za dobrobit farmskih životinja pod nazivom Farm Animal Welfare Council (FAWC, 2009.). Ovaj odbor u svojem dokumentu navodi pet stavki koje u svrhu dobrobiti životinja trebaju biti osigurane: 1. sloboda od gladi, žeđi i pothranjenosti, 2. odgovarajuća udobnost i zaštita, 3. prevencija, ili brzo dijagnosticiranje i liječenje, ozljeda i oboljenja, 4. sloboda izražavanja normalnog ponašanja karakterističnog za pojedinu životinjsku vrstu i 5. sloboda od straha (FAWC, 2009.).

Na tragu navedenih čimbenika dobrobiti, počinju se sve više razvijati sustavi procjene. Jedan od takvih sustava je i indeks životnih potreba mliječnih krava nazvan *Animal Needs Index ANI 35/L2000 for Cattle* kojime se procjenjuje dobrobit s obzirom na smještajne uvjete (Bartussek i sur., 2000.). Pored Austrije, ovaj sustav se počeo primjenjivati i u mnogim drugim državama: Njemačkoj (Annen i sur., 2014.), Slovačkoj (Kottferová i sur., 2014.), Estoniji (Mitranescu i sur., 2007.), Rumunjskoj (Popescu i sur., 2007.), te Italiji (Barbieri i sur., 2008.).

Kako u Republici Hrvatskoj do sada nije rađena ovakva procjena, cilj ovog rada je bio napraviti procjenu dobrobiti smještajnih uvjeta na suvremenoj mliječnoj farmi, te rezultate dobrobiti ocijeniti prema predloženoj kategorizaciji. Očekivana hipoteza rada bi bila kako je moguće primijeniti (uz moguću određenu korekciju) proučavani sustav i za mliječne farme krava u Republici Hrvatskoj.

## Materijal i metode

Istraživanje je provedeno tijekom 2014. godine na mliječnoj farmi krava suvremenog koncepta izgradnje na području istočne Hrvatske. Farma je imala osam staja u kojima su ukupno nalazilo 737 grla svih dobni kategorija. Za procjenu dobrobiti korišten je sustav *Animal Needs Index 35 L/2000 (ANI)* prema Bartussek-u i sur. (2000.). Procjena je rađena na temelju pet čimbenika: 1. pokretljivost, 2. društvene interakcije, 3. podloga, 4. svjetlost i zrak, te 5. upravljanje. Kako sve životinje trebaju imati jednak smještaj ovisno o njihovim potrebama, sustav ANI ocjena ne utvrđuje prosječno stanje dobrobiti u stadu, nego okolnosti koje se odnose na 25% najviše pogođenih životinja takvim stanjem. Tako se jamči provedba ocjene za sve životinje, a ne kako je često uobičajeno prosjek grupe. Svaki čimbenik se posebno procjenjuje i u konačnici zbraja (Tablica 1.). Maksimalni raspon ANI ocjena može se kretati od -8,5 pa do 46. Nakon zbrajanja rezultata radi se kategorizacija prema Annen-u i sur. (2013.).

Tablica 1. Kategorizacija ANI rezultata (Annen i sur., 2013.)

Ukupna ANI ocjena	Naziv kategorija s obzirom na dobrobit	Numerička ocjena
< 11	Nije pogodno	VI
11 - 16	Slabo pogodno	V
16 - 21	Donekle pogodno	IV
21 - 24	Relativno pogodno	III
24 - 28	Pogodno	II
> 28	Izrazito pogodno	I

## Rezultati i rasprava

U Tablici 2. prikazan je prosjek ukupnih ocjena svih staja, te završna ANI ocjena cjelokupne farme. Rezultati su pokazali kako ukupna ocjena iznosi 30 ANI bodova.

Tablica 2. Rezultati istraživanja završnih ANI ocjena po stajama i ukupno za farmu

Analizirani smještajni objekt	Ukupna ANI ocjena
Staja 1	29
Staja 2	29
Staja 3	29
Staja 4	29
Staja 5	26,5
Staja 6	28
Staja 7	40
Staja 8	29,5

$\bar{x}$  (ocjena cjelokupne farme) = 30 ANI bodova

Ako se usporede dobiveni rezultati iz Tablice 2. s kategorizacijom koja je prikazana u Tablici 1. može se vidjeti kako je istraživana farma na temelju utvrđenih bodova (30 bodova) pripada 1. kategoriji, odnosno da izrazito je pogodna sa aspekta dobrobiti životinja. Najpogodnije uvjete dobrobiti posjeduje sedma staja s 40 bodova, dok je kao posljednje rangirana peta staja s 26,5 bodova (Tablica 3.).

Tablica 3. Poredak analiziranih objekata s obzirom na ukupne ocjene

Redoslijed prema stupnju dobrobiti (od najpogodnije prema najnepogodnijoj)	Nastamba	ANI ocjena
1.	Staja 7	40
2.	Staja 8	29,5
3.	Staje 1, 2, 3 i 4	29
4.	Staja 6	28
5.	Staja 5	26,5

Pozitivna iskustva korištenjem ANI sustava za procjenu dobrobiti mliječnih krava s obzirom na smještajne uvjete koje navode Kottferová i sur. (2014.), Barbieri i sur. (2008.), Mitranescu i sur. (2007.) te Ofner i sur. (2003.), potvrdila su se i u ovom istraživanju. ANI sustav pokazao se kao praktičan, lako ponovljiv i prikladan za analizu dobrobiti s obzirom na smještajne uvjete mliječnih krava. Farma obuhvaćena ovim istraživanjem je svrstana u kategoriju mliječnih farmi sa najvišim stupnjem dobrobiti s obzirom na smještajne uvjete. Jedan od razloga tako dobroj kategorizaciji je pristup ispaši i vanjskim površinama. Rezultati koje dobili u istraživanjima Kottferová i sur. (2014.) u Slovačkoj pokazali su široku lepezu ANI ocjena, koja se kretala od 18,5 pa do 35. Prva istraživanja u Rumunjskoj (Mitranescu i sur., 2012.) pokazuju nezadovoljavajuće uvjete dobrobiti (ukupna ANI ocjena je iznosila 23,76 bodova). Kritični točke na farmi odnose se najčešće na nedostatak vanjskih površina, slabu ventilaciju i nečistoću krava. Popescu i sur. (2009.)

zaključuju da farme koje imaju slobodan način držanja postižu veće ukupne ANI ocjene od farmi s vezanim načinom držanja. Takav primjer je bila i farma obuhvaćena ovim istraživanjem. Navedenu činjenicu potvrđuje i istraživanje Popescu i sur. (2007.), te Mitranescu i sur. (2007.) gdje su istraživane farme bile s vezanim načinom držanja i dobile su samo 19, odnosno 19,25 ANI bodova. Autori navode kako sustav ANI izuzetno cijeni vanjske površine i pristup ispaši što istoj osigurava značajno veću ANI ocjenu, a samim time i veći stupanj dobrobiti.

## Zaključak

Na temelju provedenih istraživanja može se zaključiti kako je promatrana farma izrazito pogodna za uzgoj goveda, te se svrstava u najvišu kategoriju obzirom na dobrobit i smještajne uvjete. Najveći utjecaj na visoku razinu dobrobiti s obzirom na ukupnu ANI ocjenu cjelokupne farme pripisuje se suvremenoj tehnologiji proizvodnje, prije svega slobodnom sustavu držanja, velikoj površini staja u odnosu na broj goveda smještenih unutar objekata, podlozi te svrstavanju većine staja u kategoriju otvorenih. Od ukupno osam analiziranih staja, šest ih se prema ANI ocjeni svrstava u najviši 1. razred sa izrazito pogodnom dobrobiti. U Republici Hrvatskoj trenutno ne postoji službeni sustav procjene dobrobiti goveda, a proučavani sustav ANI ocjena mogao bi biti dobar temelj za izradu sličnog. Ovakva istraživanja trebala bi potaknuti razmišljanje proizvođača i struku, kako bi povećali standarde dobrobiti goveda na vlastitim farmama.

## Literatura

1. Annen, D.N., Wieck, C., Kempen, M. (2013): Animal welfare in public and private standards and on-farm compliance. *German Journal of Agricultural Economics*, 62 (3), 157-172.
2. Barbieri, S., Chiesa, F., Lolli, S., Ferrante, V. (2008): Welfare assessment using the animal needs index to improve the organic certification in Italy. 4th International Workshop on the Assessment of Animal Welfare at Farm and Group Level. Ghent. 156.
3. Bartussek, H., Leeb, C.H., Held, S. (2000): Animal needs index for cattle: ANI 35L/2000 – cattle. Federal Research Institute for Agriculture in Alpine Regions BAL Gumpenstein. Irdring.
4. Farm Animal Welfare Council – FAWC (2009): Farm animal welfare in Great Britain: past, present and future. [www.fawc.org.uk](http://www.fawc.org.uk) (15.12.2014).
5. Kottferová, J., Jakuba, T., Mareková, J., Kišová, J., Fejsáková, M., Ondrašovičová, O. (2014): Comparison of welfare of cows kept on organic and conventional farms using Animal needs index system. *Journal of Central European Agriculture*, 15, (2), 95-108.
6. Mitranescu, E., Furnaris, F., Tâpâloâga, D., Simion, V., Togan, C. (2007): The assessment of cattle's welfare in household units from Rucar – Bran area. *ISAH-2007 Tartu, Estonia*. 643-646.
7. Mitranescu, E., Tudor L., Vataselu, R., Lataretu A., Furnaris F (2012): Welfare assessment in dairy cows in a farm from prahova county. *Veterinary Medicine*, 58, (3) 353-358.
8. Ofner, E., Amon, T., Lins, M., Amon, B (2003): Correlations between the results of animal welfare assessments by the TGI 35 L Austrian animal needs index and health and behavioural parameters of cattle. *Animal Welfare*, 12, (4) 571-578.
9. Popescu, S., Borda, C., Hegedus, C., Lazar, E. (2007): Dairy cows welfare assessment. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine*, 64, (1-2) 255-262.
10. Popescu, S., Hegedus, I., Borda, C., Sandru, C., Spinu, M., Lazar, E. (2009): Dairy cow welfare assessment in transylvanian cattle shelters using Animal Needs Index. Sustainable animal husbandry: prevention is better than cure. *Proceedings of the 14th International Congress of the International Society for Animal Hygiene (ISAH)*, Vechta, Germany, s. 469-472.

## Assessment of animal needs index for cattle on modern farms

### Abstract

In science, legislative and consumers circles attention is often paid to the welfare of farm animals including dairy cows. In order to evaluate the welfare on a farm level, certain assessment systems have been developed, and one of them is the Austrian system for assessing welfare with regard to housing conditions titled Animal Needs Index (ANI) 35L/2000. As in the Republic of Croatia has not done similar research, the aim of this work was to make an assessment of the welfare of cattle breeding on the example of a dairy farm. The study was conducted on a contemporary dairy cattle farm, being analysed eight accommodation facilities. The results showed that the overall rating of all barns are 30 ANI points. Top ranked was the seventh barn (40 points), and lowest the fifth barn (26.5 points). Based on the categorization the investigated farm was ranked in the first or the best group, to fulfil the animal needs index. In Croatia there is no official system for assessing the welfare of cattle and the studied system ANI score could serve as a good basis to create own. This discussion should encourage professional and scientific public in thinking and progress of the construction of better conditions for the welfare of animals kept on farms.

**Key words:** welfare, dairy cattle, barn, ANI rating system



# Ocjena hranidbenog statusa mliječnih krava na početku laktacije temeljem rezultata kontrole mliječnosti

Drago Solić<sup>1</sup>, Zdravko Barać<sup>1</sup>, Maja Dražić<sup>1</sup>, Vesna Gantner<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Hrvatska poljoprivredna agencija, Ilica 101, Zagreb, Hrvatska*

*<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska, e-mail: vgantner@pfos.hr*

## Sažetak

U cilju ocjene hranidbenog statusa odnosno opskrbljenosti probavljivim bjelančevinama i energijom mliječnih krava na početku laktacije, korištena su 29.278 zapisa na kontrolni dan holstein te 37.416 zapisa simentalke pasmine krava uzgajanih na ukupno 1.950, odnosno 4.880 farmi. Indeks bjelančevina i ureje (IBU) kao indikator hranidbenog statusa mliječnih krava dobiven je stavljanjem u odnos sadržaja bjelančevina i ureje utvrđenih provedbom zapisa kontrole mliječnosti. Sukladno vrijednosti IBU-a krave su razvrstane u 9 razreda. Udjeli krava u pojedinom razredu razmatrani su pri prvom i drugom kontrolnom danu te u ovisnosti o pasmini i sezoni. Utvrđeni su visoki udjeli krava obje pasmine u razredima koje karakterizira nedostatna opskrba energijom, dok je u simentalke pasmine, deficit energije u velikom broju grla praćen i deficitom probavljivih bjelančevina. Evidentni pad udjela grla u optimalnom, te porast u deficitarnim razredima pri drugom u odnosu na prvi kontrolni dan indicira neadekvatnu pripremljenost mliječnih grla za tekuću proizvodnju te neadekvatan management mliječnoga stada. Sezonska distribucija udjela krava u pojedinom razredu IBU ukazuje na posebno nepovoljnu opskrbljenost energijom holstein krava koje laktaciju započinju u drugoj polovici godine, dok je u simentalke pasmine krava s aspekta opskrbljenosti i energijom i probavljivim bjelančevinama, proljetno razdoblje bilo izrazito nepovoljno.

**Ključne riječi:** hranidbeni status, mliječne krave, rezultati kontrole mliječnosti

## Uvod

Efikasna proizvodnja mlijeka podrazumijeva graviditet i teljenje mliječne krave svake godine. Tranzicija iz suhostaja u laktaciju predstavlja prekretnicu u proizvodnom ciklusu krave te je uspješnost iste od presudne važnosti za buduću proizvodnja mlijeka, pojavu bolesti te reprodukciju učinkovitost (Block, 2010.). LeBlanc (2010.) navodi da gotovo sve mliječne krave na početku laktacije dožive period inzulinske rezistencije, smanjene konzumacije hrane, negativne energetske ravnoteže, lipolize, gubitka na tjelesnoj masi i hipokalcemije. Uspješno provedeno tranzicijsko razdoblje podrazumijeva usklađen unos hrane i opskrbu energijom kojom se mogu podmiriti proizvodne potrebe bez značajnijeg gubitka na težini i bez pojave bolesti vezanih uz metabolizam (Overton, 2012.). Tranzicija sa suhostaja na početak laktacije u mliječnih krava rezultira naglim te vrlo velikim porastom potreba za energijom (Bauman i Currie, 1980.). Mliječne krave ulaze u negativnu energetska ravnotežu u početku laktacije jer se unosom hrane ne mogu

podmiriti rastuće potrebe za energijom. U ovoj fazi, apetit mliječnih grla je limitiran, količina energije eksportirana u mlijeko ne može biti pokrivena unosom suhe tvari što u većine grla rezultira periodom negativne energetske ravnoteže koji može trajati i do 12 tjedana (de Vries i Veerkamp, 2000., Butler, 2003.). Ozbilnost posljedica povećanja negativne energetske ravnoteže raste s povećanjem produkcije mlijeka. Lucy i sur. (1992.) navode da se ekstremna negativna energetska ravnoteža i sukcesivan pad tjelesne kondicije i reprodukcijских parametara u visoko proizvodnih krava može izbjeći postizanjem balansa između konzumacije suhe tvari i visoke proizvodnje mlijeka. Cilj je ovoga istraživanja bio ocijeniti hranidbeni status odnosno opskrbljenost probavljivim bjelančevinama i energijom mliječnih krava u početku laktacije temeljem rezultata kontrole mliječnosti pri prvom i drugom kontrolnom danu te u ovisnosti o sezonama kontrole.

## Materijal i metode

Ocjena hranidbenog statusa krava holstein i simentalke pasmine provedena je temeljem rezultata kontrole mliječnosti provedene u petogodišnjem razdoblju od 01.01.2008. do 31.12.2012. godine na farmama u Republici Hrvatskoj obuhvaćenim uzgojno selekcijskim radom. Kontrola mliječnosti vršena je sukladno preporukama ICAR-a (2012.) za AT4 i BT4 metodu. Prva kontrola mliječnosti provedena je najranije 5., a najkasnije 35. dana, dok je druga kontrola mliječnosti provedena najkasnije 65. dana laktacije. Dnevna količina mlijeka i dnevni sadržaj mliječne masti projiciran je uporabom korekcijskih faktora (Delorenzo i Wiggans, 1986.), dok se korekcija na sadržaj bjelančevina i ureje ne provodi. Rezultati kontrole mliječnosti koji su bili izvan preporuka ICAR-a (2012.) nisu uključeni u obradu podataka. Nakon logične kontrole baza podataka kontrole mliječnosti HPA obuhvaćala je 14.864 krave holstein pasmine s 29.278 zapisa, te 18.708 krava simentalke pasmine s 37.416 zapisa. Grla su uzgajana na ukupno 1.950 odnosno 4.880 farmi. Indeks bjelančevina i ureje (IBU) kao indikator hranidbenog statusa odnosno opskrbljenosti probavljivim bjelančevinama i energijom mliječnih krava dobiven je stavljanjem u odnos sadržaja bjelančevina i ureje utvrđenih provedbom zapisa kontrole mliječnosti. Sukladno vrijednosti IBU-a krave su razvrstane u 9 razreda (Tablica 1.).

Tablica 1.: Kriteriji razvrstavanja u razrede odnosa bjelančevina i ureje u mlijeku (IBU)

Razred	Bjelančevine (%)	Ureja (mg/dl)
C1	≤ 3,2	≤ 15,00
C2	≤ 3,2	15,01 – 30,00
C3	≤ 3,2	≥ 30,01
B1	3,21 – 3,8	≤ 15,00
B2	3,21 – 3,8	15,01 – 30,00
B3	3,21 – 3,8	≥ 30,01
A1	≥ 3,81	≤ 15,00
A2	≥ 3,81	15,01 – 30,00
A3	≥ 3,81	≥ 30,01

Utjecaj sezone promatran je kroz četiri razreda definirana na sljedeći način: 1. sezona = od prosinca do veljače; 2. sezona = od ožujka do svibnja; 3. sezona = od lipnja do kolovoza; te 4.

sezona = od rujna do studenog. Priprema podataka i statistička analiza provedena je upotrebom programskog paketa SAS/STAT (SAS Institute Inc., 2000.).

## Rezultati i rasprava

Odnos sadržaja bjelančevina i ureje u mlijeku može koristiti za ocjenu hranidbenog statusa mliječnih krava s naglaskom na opskrbljenost probavljivim bjelančevinama i energijom na početku laktacije (Eicher, 2004., Babnik i sur., 2004., Gantner i sur., 2006.). Udio krava u pojedinom razredu indeksa bjelančevina i ureje (IBU) u mlijeku ovisno o kontrolnom danu i pasmini prikazan je u Tablici 2. Kod obje je pasmine zamjetan veći udio krava u razredu B2 (sadržaj bjelančevina 3,21 – 3,8% i ureje 15,01 – 30,00 mg/dl) pri prvom (19,58 % i 15,50 %), nego pri drugom kontrolnom danu (13,40 % i 11,60 %). Krave koje se nalaze u ovom razredu karakterizira optimalan odnos sadržaja bjelančevina i ureje što indicira zadovoljavajuću opskrbljenost probavljivim bjelančevinama i energijom. Utvrđeni pad udjela krava obje pasmine u razredu B2 pri drugom u odnosu na prvi kontrolni dan indikator je neadekvatnog managementa i tijekom suhostaja te na početku laktacije na velikom broju farmi u RH.

Tablica 2. Udio krava u pojedinom razredu odnosa bjelančevina i ureje (IBU) u mlijeku ovisno o kontrolnom danu i pasmini

IBU	Holstein		Simentalska		Opskrbljenost	
	Kontrolni dan 1.	Kontrolni dan 2.	Kontrolni dan 1.	Kontrolni dan 2.	Probavljivim bjelančevinama	Energijom
A1	2,31	0,57	4,51	1,20	Nedostatna	U suvišku
A2	4,14	0,74	4,14	1,08	Zadovoljavajuća	U suvišku
A3	1,25	0,35	1,05	0,38	U suvišku	U suvišku
B1	10,20	5,95	19,98	13,39	Nedostatna	Zadovoljavajuća
B2	19,58	13,40	15,50	11,60	Zadovoljavajuća	Zadovoljavajuća
B3	6,12	4,04	4,25	3,01	U suvišku	Zadovoljavajuća
C1	19,54	23,02	28,27	38,23	Nedostatna	Nedostatna
C2	27,69	38,29	17,65	23,91	Zadovoljavajuća	Nedostatna
C3	9,17	13,64	4,65	7,20	U suvišku	Nedostatna
Ukupno	100	100	100	100		

Krave koje se nalaze u razredu C2 (sadržaj bjelančevina  $\leq 3,2$  % i ureje 15,01 – 30,00 mg/dl) su zadovoljavajuće opskrbljene probavljivim bjelančevinama, ali imaju nepodmirene potrebe za energijom. Iz tablice 2. je vidljivo da je kod holstein pasmine najveći udio krava pri oba kontrolna dana utvrđen u razredu C2. Osim toga, bilježi se i značajan porast udjela holstein krava u razredu C2 pri drugom u odnosu na prvi kontrolni dan. Kod simentalske pasmine najveći je udio krava pri oba kontrolna dana utvrđen u razredu C1 koji karakteriziraju nepodmirene potrebe i u probavljivim bjelančevinama i u energiji (sadržaj bjelančevina  $\leq 3,2$  % i ureje  $\leq 15,00$  mg/dl). Trend porasta udjela krava u drugom komparabilno sa prvim kontrolnim danom bilježi se i u simentalske pasmine. Visoki udjeli krava obje pasmine u C razredima ukazuju na nedostatnu opskrbu energijom tijekom prvih tridesetak dana laktacije. Nastavkom laktacije odnosno u

periodu do 65. dana deficit energije bilježi se u još većeg broja mliječnih krava. U simentalске pasmine, deficit energije u velikom je broju grla praćen deficitom probavljivih bjelančevina. Utvrđeni rezultati su u skladu sa prije provedenim istraživanjima u Republici Hrvatskoj (Gantner i sur., 2006.). Udio krava u pojedinom razredu odnosa bjelančevina i ureje u mlijeku, ovisno o sezoni kontrole i pasmini, prikazan je u tablici 3. Razvidno je da se najveći udio krava holstein pri svim sezonama nalazi u razredu C2 u kojem su krave nedostatno opskrbljene s energijom. Posebice se ističe povećan udio krava u C2 razredu u trećoj sezoni, odnosno od lipnja do kolovoza (37,49 %) te četvrtoj sezoni, odnosno od rujna do studenog (38,69 %). Najveći udio krava simentalске pasmine pri svim sezonama nalazi se u razredu C1 kojeg karakterizira nedostatna opskrbljenost krava i probavljivim bjelančevinama i energijom. Posebice se ističe povećan udio simentalških krava u razredu C1 u drugoj sezoni, odnosno od ožujka do svibnja (39,33 %).

Tablica 3. Udio krava (%) u pojedinom razredu odnosa bjelančevina i ureje (IBU) u mlijeku ovisno o sezoni i pasmini

Sezona	IBU										Ukupno
	Razred	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	
1	Holstein	1,63	2,77	0,77	9,23	18,96	5,73	21,11	30,15	9,67	100
	Simentalška	3,27	3,24	0,81	20,36	14,06	3,47	33,23	17,63	3,93	100
2	Holstein	2,01	2,57	0,87	10,55	17,18	4,18	25,26	28,71	8,68	100
	Simentalška	3,66	2,49	0,41	19,19	11,93	2,46	39,33	17,07	3,46	100
3	Holstein	1,29	2,22	0,59	6,73	13,70	4,41	19,94	37,49	13,62	100
	Simentalška	2,45	2,18	0,79	12,03	12,97	3,88	30,59	26,30	8,81	100
4	Holstein	0,68	2,02	0,87	4,76	14,16	5,57	17,99	38,69	15,26	100
	Simentalška	1,50	2,22	0,92	11,46	15,38	5,23	26,93	26,36	10,00	100

B2 razred karakterizira optimalna opskrbljenost probavljivim bjelančevinama i energijom. Najveći udio grla holstein pasmine u B2 razredu utvrđen je u prvoj sezoni, odnosno od prosinca do veljače (18,96 %), dok je najmanji udio utvrđen u trećoj sezoni, odnosno od lipnja do kolovoza (13,70 %). Kod simentalске pasmine, najveći udio grla u razredu B2 utvrđen je u četvrtoj sezoni, odnosno od rujna do studenog (15,38 %), a najmanji u drugoj sezoni, odnosno od ožujka do svibnja (11,93 %).

Utvrđeni udio krava holstein pasmine u pojedinom razredu IBU, ovisno o sezoni, upućuje na posebno nepovoljnu energetska opskrbljenost krava koje laktaciju započinju u drugoj polovici godine. U simentalске pasmine krava, s gledišta energetske opskrbljenosti, proljetno je razdoblje bilo izrazito nepovoljno.

## Zaključak

Na osnovu rezultata istraživanja ocjene hranidbenog statusa mliječnih krava u ranoj laktaciji temeljem rezultata kontrole mliječnosti može se zaključiti sljedeće:

Kod obje je pasmine utvrđen veći udio krava u razredu B2 pri prvom (19,58 % i 15,50 %), nego pri drugom kontrolnom danu (13,40 % i 11,60 %). Kod holstein pasmine najveći je udio krava pri oba kontrolna dana utvrđen u razredu C2. Utvrđen je i značajan porast udjela holstein krava

u razredu C2 pri drugom (38,29 %) u odnosu na prvi (27,69 %) kontrolni dan. Kod simentalске pasmine najveći je udio krava pri oba kontrolna dana utvrđen u razredu C1. Utvrđen je i porast udjela krava u drugom (38,23 %) komparabilno sa prvim (28,27 %) kontrolnim danom.

Visoki udjeli krava obje pasmine u C razredima ukazuju na nedostatnu opskrbu energijom na početku laktacije, dok je u simentalске pasmine, deficit energije u velikom broju grla praćen i deficitom probavljivih bjelančevina. Evidentni pad udjela grla obje pasmine u B2, te porast u C razredima pri drugom, u odnosu na prvi kontrolni dan, odnosno na vrhu laktacijske krivulje indicira neadekvatnu pripremljenost mliječnih grla za tekuću proizvodnju te neadekvatan management.

Najveći udio grla holstein pasmine u B2 razredu utvrđen je u prvoj (18,96 %), a u simentalске pasmine u četvrtoj sezoni (15,38 %). Kod holstein pasmine najveći udio krava pri svim sezonama nalazi se u razredu C2, pri čemu je najveći udio utvrđen u četvrtoj sezoni (38,69 %). Kod simentalске pasmine najveći udio krava pri svim sezonama nalazi se u razredu C1, pri čemu je najveći udio utvrđen u drugoj sezoni (39,33 %). Sezonska distribucija udjela krava u pojedinom razredu IBU ukazuje na posebno nepovoljnu opskrbljenost energijom holstein krava koje laktaciju započinju u drugoj polovici godine, dok je u simentalске pasmine krava s aspekta opskrbljenosti i energijom i probavljivim bjelančevinama, proljetno razdoblje bilo izrazito nepovoljno.

## Literatura

1. Babnik, D., Verbič, J., Podgoršek, P., Jeretina, J., Perpar, T., Logar, B., Sadar, M., Ivanovič, B., (2004.): Priručnik za vodenje prehrane krav molznica ob pomoći rezultata mlične kontrole, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana.
2. Block, E. (2010): Transition cow research - What makes sense today? High Plants Dairy Conference, Amarillo, Texas. Proceedings, 75-98.
3. Butler, W. R. (2003): Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*, 83:211–218.
4. de Vries, M. J., Veerkamp, R. F. (2000): Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *J. Dairy Sci.* 83(1), 62-9.
5. DeLorenzo, M. A., Wiggans, G. R. (1986): Factors for estimating daily yield of milk, fat, and protein from a single milking for herds milked twice a day. *J. Dairy Sci.* 69, 2386–2394.
6. Eicher, R. (2004): Evaluation of the metabolic and nutritional situation in dairy herds: Diagnostic use of milk components. *World Buiatrics Congress (23rd)*, Québec, Canada.
7. Gantner, V., Kuterovac, K., Jovanovac, S., Solić, D., Dakić, A. (2006): Vrednovanje hranidbenog statusa mliječnih krava na osnovu sadržaja bjelančevina i ureje u mlijeku. 41. hrvatski i 1. Međunarodni simpozij agronoma, Opatija, Hrvatska. Str.: 577-578.
8. ICAR - International Committee for Animal Recording (2012): Guidelines approved by the General Assembly held in Cork, Ireland, str.: 23-25.
9. Kuterovac, K., Balaš, S., Gantner, V., Jovanovac, S., Dakić, A. (2005): Evaluation of nutritional status of dairy cows based on milk analysis results. *Ita. J. Animal Science*. 4.(Suppl. 3), 33-35.
10. Le Blanc, S. (2010): Health in the Transition Period and Reproductive Performance. *WCDS Advances in Dairy Technology*. 22: 97-110.
11. Lucy, M. C., Staples, C. R., Thatcher, W. W., Erickson, P. S., Cleale, R. M., Firkins, J. L., Clark, J. H., Murphy, M. R., Brodie, B. O. (1992): Influence of diet composition, dry matter intake, milk production and energy balance on time of postpartum ovulation and fertility in dairy cows. *Animal Production*. 54, 323–331.
12. Overton, T. R. (2012): Managing Energy Metabolism in Transition Dairy Cows. 4-State Dairy Nutrition & Management Conference, Proceeding: 86-91.
13. SAS User's Guide (2000): Version 8.2 Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.

## Evaluation of nutritional status of early lactating dairy cows based on test day records

### Abstract

For evaluation of nutritional status of early lactating dairy cows 29,278 of Holsteins and 37,416 test day records of Simmental breed were used. Protein to urea ratio (PUR) was used as indicator of nutritional status. Regarding the PUR values, cows were distributed in 9 classes. Frequency of cows in each class were analysed in regard to test day (first and second test day in lactation), breed and control season. Regardless the breed, high frequency of cows was determined in classes that characterise lack of energy, while in Simmental breed energy deficiency was accompanied with lack of digestible proteins. Determined frequency decrease of both breeds in optimal, and frequency increase in deficient classes in second test day comparing to first test day indicate inadequate management during the transition period. Seasonal frequency distribution of cows in PUR classes indicates a particularly unfavourable energy supply of Holstein cows that start the lactation in the second half of the year. In Simmental cows in terms of energy and digestible protein supply, the spring period was extremely unfavourable.

**Key words:** nutritional status, dairy cows, milk recording, protein to urea ratio

## Kontrola reproduktivne učinkovitosti konja pasmine hrvatski hladnokrvnjak u uvjetima ekstenzivnog pašnog držanja

Nikica Prvanović Babić<sup>1</sup>, Marlena Kelher<sup>2</sup>, Dario Gal<sup>3</sup>, Tugomir Karadjole<sup>1</sup>, Nino Maćešić<sup>1</sup>, Marko Samardžija<sup>1</sup>, Martina Lojkić<sup>1</sup>, Goran Bačić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinika za porodništvo i reprodukciju, Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Heinzelova 55, Zagreb, Hrvatska, e-mail: zmijicani@gmail.com

<sup>2</sup>Veterinarska stanica Sisak, Sisak d.o.o., Zagrebačka 45, Sisak, Hrvatska

<sup>3</sup>Kaznionica Lepoglava, Ulica Hrvatskih pavlina 1, Lepoglava, Hrvatska

### Sažetak

Praćenje reprodukcije kobila i pravovremena dijagnostika ždrjebnosti osnova je dobrog i učinkovitog uzgoja konja. Postoji čitav niz metoda kojima možemo utvrditi da li je kobila koncipirala ali njihov uspjeh uvelike ovisi o stadiju gravidnosti, a još više o iskustvu i znanju stručnjaka koji pregledava kobilu ili uzima uzorke. Zbog sve većeg broja veterinarskih stanica koji rutinski provode ultrazvučne preglede kobila, kao i postojanja vrsno specifičnog, semikvantitativnog progesteronskog testa za konje, stvoreni su preduvjeti za unaprjeđenje nadzora nad reprodukcijom i podizanjem reproduktivne učinkovitosti ekstenzivno držanih krda konja pasmine hrvatski hladnokrvnjak. Ukoliko se negravidne (a nerijetko i neplodne) te bolesne kobile ostave u uzgoju (umjesto da se pregledaju i izliječe), one predstavljaju izvor zaraze za druge životinje u uzgoju, a nerijetko prolazni i blagi oblici neplodnosti prelaze u trajne, kronične oblike. Stoga je nužno educirati uzgajivače hrvatskih hladnokrvnjaka o važnosti redovitih ginekoloških kontrola svih kobila u uzgoju. Istodobno je potrebno uvesti sustav koji će pojednostavniti i olakšati uzgajivačima i veterinarima vođenje reprodukcije u ekstenzivnim uvjetima držanja kobila.

**Ključne riječi:** reproduktivna učinkovitost, ekstenzivno držanje, hrvatski hladnokrvnjak

### Uvod

Praćenje reprodukcije kobila i pravovremena dijagnostika ždrjebnosti osnova je dobrog i učinkovitog uzgoja konja. Postoji čitav niz metoda kojima možemo utvrditi da li je kobila koncipirala (rektalna palpacija, transrektalna ultrazvučna pretraga, vaginalna i vaginoskopska pretraga te laboratorijske pretrage vaginalne sluzi, urina i krvi) ali njihov uspjeh uvelike ovisi o stadiju gravidnosti, a još više o iskustvu i znanju stručnjaka koji pregledava kobilu ili uzima uzorke. Laboratorijska dijagnostika limitirana je činjenicom da nakon uzorkovanja treba organizirati transport uzoraka do odgovarajućeg laboratorija a potom čekati rezultate pretrage. Klinička rektalna, vaginalna i ultrazvučna pretraga daju rezultat odmah nakon pregleda. Uspješnost ovih metoda uvelike ovisi o stručnjaku koji pregledava kobilu i samoj kobili. Naime, podrazumijeva se da svi veterinari znaju ginekološki pregledati kobile i dijagnosticirati ždrjebnost, ali obzirom na speci-

fičnosti reprodukcije kobila to je ipak specijalistički zahvat, pa je za ranu dijagnostiku gravidnosti uz neophodno teoretsko znanje potrebno i veliko iskustvo.

U praksi nisu rijetke objektivne poteškoće zbog kojih i sama kobila može biti nepodesna za klinički pregled. Tu uglavnom razlikujemo promjene ponašanja, primjerice, kada je riječ o vrlo temperamentnoj, plahoj i zloćudnoj životinji, kao i specifičnosti konstitucije i građe, kada se radi o vrlo maloj i nježnoj životinji (npr. patuljaste poni kobile). U oba slučaja, do sada je jedina alternativa bila uzeti uzorak krvi ili urina i poslati u laboratorij i potom čekati rezultate. Idealno rješenje predstavljali bi brzi orijentacijski progesteronski testovi koje bi se moglo provesti i u terenskim uvjetima, a dali bi pouzdane rezultate odmah po uzorkovanju. Nažalost, pokazalo se da brzi progesteronski testovi za krave i kuje koji postoje na tržištu, ne daju zadovoljavajuće rezultate kada se primjene na kobilama. Na tržištu se nedavno pojavio novi brzi orijentacijski test Premate Equine za određivanje razine progesterona u kobila, koji ima široku primjenu u dijagnostici zdravlja te u praćenju ciklusa, tj. kontroli nastanka žutog tijela u kobila. Naime, kod njih je zbog anatomske građe nemoguće samo na osnovi rektalne pretrage utvrditi postojanje žutog tijela na jajniku, pa ovakvi testovi mogu biti dragocjena pomoć ako pri ruci nemamo ultrazvučni aparat. Nadalje, kombinacija primijenjenih metoda (rektalni pregled + brzi orijentacijski progesteronski test) predstavlja praktičan, relativno jeftin i efikasan program za praćenje uspjeha reprodukcije u ekstenzivnim uzgojima konja koji prevladavaju u našoj zemlji. S obzirom na činjenicu da je Premate equine semikvantitativni test, prilikom uhođavanja metode, dobro je usporediti rezultate s klasičnim kvantitativnim ELISA za određivanje razine progesterona pri čemu je cilj odrediti približnu točnost, a samim time i pouzdanost dobivenih rezultata. S obzirom da trenutno na Klinici za porodništvo i reprodukciju, Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu postoji brz i pouzdan način određivanja progesterona u krvi, preporuča se u svim dvojbene slučajevima poslati krv promatrane kobile, što prije na Kliniku, u svrhu daljnjih analiza.

### **Mogućnosti direktnog i indirektnog praćenja spolnog ciklusa i dijagnostike gravidnosti kobila**

Praćenje uspjeha reprodukcije u kobila je složeno te iziskuje temeljito poznavanje fiziologije razmnožavanja u kobila. Uz teoretsko znanje, potrebno je i praktično iskustvo u primjeni različitih dijagnostičkih metoda kao što je rektalna palpacija, transrektalna ultrazvučna pretraga, vaginoskopija i praćenje promjena u ponašanju kobile. Štoviše, ponekad je uz sve navedeno, potrebno koristiti i dodatne laboratorijske metode kako bismo utvrdili prisutnost funkcionalnog žutog tijela na jajniku kobile, koja je uz posteljicu, jedini pravi izvor progesterona, „čuvara gravidnosti“ u kobila (Blanchard i sur., 2003.). Naime, iako je razina progesterona u kobila podložna individualnim, sezonskim i dnevnim fluktuacijama (Nagy i sur., 2004.) ipak je vrlo pouzdan pokazatelj funkcije jajnika, a stoga i izuzetno praktičan pokazatelj za određivanje faze spolnog ciklusa i dijagnostiku gravidnosti, osobito izvan sezone spolne aktivnosti kobila.

Nažalost, brojne prednosti određivanja razine progesterona u krvi kobila do sada su neiskorištene, jer nije postojao brz i pouzdan test koji bi se mogao koristiti u terenskim uvjetima i davao pouzdane rezultate. Veterinarima koji se bave reprodukcijom u kobila preostajale su dvije alternative od kojih nijedna nije dala zadovoljavajuće rezultate (Relave i sur., 2005.). Mogli su primijeniti tzv. „target“ testove koji postoje na tržištu za određivanje razine progesterona u pasa i goveda (Eckersall i sur., 1987., Allen i sur., 1987., Giguère i sur., 1994.) ili, uzeti uzorak krvi i čekati rezultate iz laboratorija (Allen i sur., 1987.). Primjena brzih „target“ testova za pse i goveda nije se pokazala efikasnom, uglavnom zato, što se fiziološke vrijednosti progesterona za kobile uvelike razlikuju od onih za krave i kuje (Eckersall i sur., 1987., Allen i sur., 1987., Giguère



i sur., 1994.), pa test nije bio pouzdan. Nadalje, kako je riječ o vrsno specifičnim kitovima, dolazilo je do interakcija između pojedinih komponenti konjskog seruma i komponenti testa što se negativno odrazilo na rezultate testa i dodatno umanjilo njegovu pouzdanost (Eckersall i sur., 1987., Giguère i sur., 1994., Root Kustritz i sur., 2004.). Od klasičnih laboratorijskih metoda za određivanje progesterona na raspolaganju su nam RIA i ELISA. Obje su vrlo pouzdane i točne, no nažalost, relativno su skupe, iziskuju posebnu opremu i provode se samo u specijaliziranim laboratorijima. Stoga nisu pogodne za terensku dijagnostiku, jer ukoliko pretraga nije brza i jeftina, nema praktičnu primjenu, odnosno ne možemo je upotrijebiti u svakodnevnom radu (Nagy i sur., 2004.). Iz svega navedenog, razvidno je da postoji potreba za uvođenjem nove metode za praćenje razine progesterona u krvi kobilica. Idealno rješenje predstavljao bi vrsno specifičan semikvantitativan brzi test, kakav već postoji za kuje i krave. U EU se u posljednjih desetak godina primjenjuje brzi orijentacijski Premate Equine test koji je dao zadovoljavajuće rezultate (Relave i sur., 2005.), a primjenjuje se i kod nas (Prvanović i sur., 2007.). U navedenoj studiji, Prvanović je sa suradnicima, upotrijebila kombinaciju navedenog progesteronskog testa sa rektalnom i transrektalnom ultrazvučnom pretragom na ekstenzivno držanom krdu od 36 kobilica pasmine Hrvatski posavac. Radilo se o kobilama koje su topliji dio godine proboravile na paši, u krdu sa dva pastuha, a potom su vraćene u štalu, kako bi u zaštićenom prostoru prezimile i oždrijebile se. Iako su kobile samo jednokratno pregledane te im je jednokratno uzeta krv za određivanje razine progesterona u serumu, pokazalo se da je rektalna pretraga bila točna u 100 % slučajeva, dok je kod laboratorijskog, progesteronskog testa bila 96 % pouzdana jer je nekoliko životinja bilo lažno pozitivno, zbog prolaznog hormonalnog poremećaja. Naša pozitivna iskustva polučena primjenom Premate equine testa sugeriraju uvođenje ove metode za praćenje spolnog ciklusa i dijagnostiku ždrjebnosti. Primjenom ove metode dobivaju se konkretni podaci za svako grlo, kao i uvid u reproduktivni status pregledanog krda s točnim postotkom gravidnih kobilica. Naime, hrvatski posavci se uglavnom drže slobodno, na paši, pa nema podataka o pripustu i životinje možemo kontrolirati tek na jesen, kada s pašice dođu u štalu. Smatramo da je za sada kombinacija navedenih metoda (rektalni pregled + brzi orijentacijski progesteronski test) idealna za takve, ekstenzivne uzgoje što je osobito značajno jer je riječ o autohtonoj hrvatskoj pasmini čija je zaštita i održanje od šireg interesa.

Na kraju da napomenemo i najveću manu svih progesteronskih testova. Naime, oni daju lažno pozitivan nalaz ukoliko se koriste tijekom rasplodne sezone ili ukoliko postoji ciklična aktivnost na jamicima tijekom cijele godine (oko 30 % kobilica). U slučaju dvojbenih nalaza, moguće je uzeti prvu jutarnju mokraću i poslati je u laboratorij kako bi se pomoću estrogenskog Lunaas testa pouzdano utvrdila odnosno isključila gravidnost. Lunaas test je brz, jeftin i jednostavan i može se provesti i u terenskim uvjetima, a daje pouzdane rezultate, ukoliko je riječ o gravidnosti od 140. do 300. dana (Makek i sur., 1993.). Problem s Lunaas metodom je u tome što daje lažno negativne rezultate ukoliko je kobila gravidna manje od 140 i više od 300 dana. Stoga je, ukoliko nemamo podataka o pripustima, što je najčešće slučaj, idealno kombinirati navedene metode jer su primjenjive u terenskim uvjetima, jeftine, brze i efikasne, a zajedno daju pouzdane rezultate neovisno o reproduktivnom statusu i stadiju gravidnosti kobile.

### **Potencijalna primjena direktnih i indirektnih praćenja reprodukcije na uzgoje hrvatskog hladnokrvnjaka**

Sve navedeno, a opisano na kobilama pasmine Hrvatski Posavac, bilo bi svakako korisno uvesti i u uzgoje konja pasmine hrvatski hladnokrvnjak. Štoviše, istraživanje koje je provela Kelher (2010.) koja je u sklopu svog završnog rada retrogradno određivala vrijeme koncepcije, provela procjenu gestacijske dobi i prognozirala termin ždrjebljenja na osnovi ultrazvučne pretrage kod

haremski držanih kobila pasmine hrvatski hladnokrvnjak, pokazalo je da postoji velika potreba za osuvremenjivanjem načina vođenja i kontrole reprodukcije u ekstenzivnim uzgojima konja pasmine hrvatski hladnokrvnjak. Temeljem njezinih rezultata razvidno je da bi se, unatoč ekstenzivnom načinu držanja, moglo i moralo uvesti bolje kontrole u svrhu istodobnog poboljšanja dobrobiti, biosigurnosti i efikasnosti uzgoja. Naime, iako je u njezinom istraživanju čak 87 % kobila koncipiralo u promatranjoj rasplodnoj sezoni, otprilike 50 % vremena je u krdu uz kobile pastuh sasvim nepotrebno boravio, jer su sve zdrave kobile već koncipirale. Nadalje, kobile koje nisu koncipirale bile su izložene nepotrebним i nesvršishodnim pripustima jer su bolovale od neprimijećenog i neliječenog endometritisa. S obzirom da su uzročnici endometritisa uvjetno patogeni i potencijalno zarazni mikroorganizmi (Blanchard i sur., 2003.), nepotrebno su zarazile pastuhe te time direktno ugrozile njihovo zdravlje i dobrobit. Nadalje, kako se kod kobila sa endometritisom pripustima samo dodatno pogoršava stanje na maternici, time je i njihovo zdravlje i dobrobit bilo dodatno narušeno. Da su umjesto toga predmetne kobile pregledane i izliječene, tada bi i kobile i pastusi sačuvali zdravlje a vjerojatno bi kobile i koncipirale te donijele na svijet zdravo ždrijebe. Stoga je nužno educirati uzgajivače hrvatskih hladnokrvnjaka o važnosti redovitih ginekoloških kontrola svih kobila u uzgoju. Istodobno je potrebno uvesti sustav koji će pojednostavniti i olakšati uzgajivačima i veterinarima vođenje reprodukcije u ekstenzivnim uvjetima držanja kobila.. U tom je smislu važno održavati redovita savjetovanja i edukaciju uzgajivača, sa čime je prethodne godine veoma uspješno započeo Odjel za konjogojstvo Hrvatske poljoprivredne agencije. Jednako tako bi pri udruženjima uzgajivača trebalo formirati i aktivirati stručne uzgojne savjete koji bi se sastojali od veterinara i agronoma koji bi davali konkretne preporuke, sukladno situaciji na terenu. S obzirom na činjenicu da na razini države postoji Savjet za konjogojstvo, sastavljen od relevantnih stručnjaka iz svojih područja, smatra se kako postoje solidne šanse da u tom smislu stignu i odgovarajuće preporuke, koje će donijeti značajnija poboljšanja u bliskoj budućnosti.

## Literatura

1. Blanchard, T. L., Dickson, D. V., Schumacher, J., Love, C. C., Brinsko, S. P., Rigby, S. L. (2003): Manual of Equine reproduction, 2nd edition, Ed Mosby, St Louis 2003: 253p.
2. Eckersall, P. D., Harvey, M. J. A. (1987): The use of a bovine plasma progesterone ELISA kit to measure progesterone in equine, ovine and canine plasmas. The Veterinary Record. 1987 Jan 3; 120 (1):5-8.
3. Edward Allen, W., Porter, D. J. (1987): Comparison of radioimmunoassay for the measurement of progesterone in equine plasma and milk. The Veterinary Record. 1987 May 2; 120 (1):429-431.
4. Giguère, S., Vaillancourt, D. (1994): Evaluation of two qualitative enzyme immunoassays for the rapid assessment of progesterone in equine plasma. Canadian Veterinary Journal. 1994 Oct; 35(10):643-645.
5. Kelher, M. (2010): Određivanje vremena koncepcije, procjena gestacijske dobi i predviđanje ždrijebljenja na osnovi ultrazvučne pretrage kod haremski držanih kobila pasmine hrvatski hladnokrvnjak / završni rad - diplomski/integralni studij. Zagreb : Veterinarski fakultet, 15. 11. 2010., 24 str. Voditelj: Prvanović, Nikica.
6. Makek, Z., Herak, M., Cergolj, M., Tomašković, A., Gereš, D., Dobranić, T., Barac, I. (1993): Dokazivanje estrogena u mokraći gravidnih kobila Lunaas-ovom metodom, Veterinarska stanica, 24 (6).
7. Nagy, P., Huszenicza, G. Y., Reiczigel, J., Juhász, J., Kulcsár, M., Abavàry, K., Guillaume, D. (2004): Factors affecting plasma progesterone concentration and the retrospective determination of time of ovulation in cyclic mares. Theriogenology. 2004 Jan 15; 61(2-3) :2003-214.
8. Prvanović, N., Grizelj, J., Slivar, Ž., Vince, S., Cergolj, M., Getz, I., Samardžija, M., Dobranić, T., Filipović, N. (2007): Usporedba orijentacijskog semikvantitativnog testa Premate equine s uobičajenim kliničkim i laboratorijskim metodama dijagnostike ždrebosti u posavskih kobila. // Veterinarska stanica. 2007 (3); 143-151.

9. Relave, F., Lefebvre, R. (2005): Validation d'un test ELISA semi-quantitatif pour la mesure de La progesteronémie chez la jument, *Le Médecin Vétérinaire du Québec*. 2005 35(1) : 38-39.
10. Root Kustritz, M. V. (2004): Use of commercial luteinizing hormone and progesterone assay kits in canine breeding management. In: *Recent advances in small animal reproduction*. www.ivis.org november 25th, 2004.
11. Squires, E. L. (1993): Progesterone. In: *Equine reproduction*. Ed Lea & Febiger. Philadelphia 1993:57-63.

## **Monitoring of reproductive success in semiferall herds of Croatian Coldblooded Horses**

### **Abstract**

Monitoring reproductive success and pregnancy checking is extremely important in good and efficient horsebreeding. Although there are several clinical and laboratory methods, that could be used, their usage is limited by availability of the animal and reproduction data and practical experience and equipment of veterinary surgeon. Introduction of semiquantitative species specific progesterone tests for horses, combined with rectal and ultrasonographic examinations, could lead to effective and cheap protocol for monitoring reproduction in semiferall herds. Keeping infected and barren mares in herds with the stallion lead to unacceptable biohazard and decreases welfare, health and biosecurity of complete population. It is advisable to introduce breeding councils for each region and breed, combined with continuation of already established yearly lectures for horsebreeders. As Croatia recently established State Council for horsebreeding, it could be expected to get some guidelines and recommendations to achieve presented goals.

**Key words:** monitoring of reproductive success, semiferall horses, Croatian Coldblooded Horse

# Uzgojno stanje lipicanskog konja u Sloveniji

Tamara Gregorčič, Klemen Potočnik

*Biotehnički fakultet, Univerzitet u Ljubljani, Groblje 3, Domžale, Slovenija, e-mail: Klemen.Potocnik@bf.uni-lj.si*

## Sažetak

Prikazanom analizom htjeli smo vidjeti učinke selekcije na fenotipske vrijednosti za svojstva vanjštine lipicanskog konja u Sloveniji. Analiza ukazuje da nema velikih promjena između dobivenih prosječnih vrijednosti za svojstvo između godina rođenja konja. Rezultat je očekivan, posebice kod malih populacija, kada se kao kriteriji selekcije ne uzmu u obzir uzgojne vrijednosti. Uz analizu brojnog stanja i trendova u konjogojstvu, vrlo je važno pripremiti uvjete za procjenu uzgojnih vrijednosti, koje je nužno uključiti u sheme sparivanja pojedinih kobila. Sa istovremenim korištenjem uzgojnih vrijednosti i informacija o srodnosti između životinja, kod provođenja selekcije, mogli bi sprječavati sparivanje u srodstvu i zadržati kakvoću populacije u pogledu svojstava vanjštine.

**Ključne riječi:** lipicanac, ugrožena pasmina, selekcija, vanjština

## Uvod

Lipicanac je slovenska autohtona pasmina, jedna od najstarijih pasmina konja u Europi, ali i u svijetu. Uzgoj lipicanaca počeo je u 16. stoljeću na području današnjeg slovenskog Krša te je u tu svrhu osnovana ergela Lipica 1580. godine. Kod formiranja pasmine sudjelovali su španjolski, talijanski, arapski i domaći konji, poznati pod imenom „kraški konji“, što bi se moglo prevesti kao konji krša (Dolenc, 1980.). Svrha uzgoja bila je osigurati potrebe tadašnje habsburške Monarhije voznim i jahaćim konjima baroknog tipa. Karakteristike lipicanske pasmine konja su dugovječnost, jaka konstitucija, dobra plodnost, prilagodljivost, upornost, dobroćudnost, elegancija i plemenitost. Danas je lipicanska pasmina raširena u 19 zemalja diljem Europe, Amerike, Afrike i Australije, s evidencijom brojnog stanja i statusa ugroženosti (DAD-IS, 2015.), no kolijevkom lipicanca se smatra Lipica (Dolenc, 1980.). Uzgojni program za lipicanskog konja (Rus, 2011.) uključuje mjere, odnosno uzgojne i selekcijske ciljeve potrebne za očuvanje i razvoj pasmine, te propisuje uvjete i način vođenja matičnih knjiga. Status priznate uzgojne organizacije (PRO) za autohtonu pasminu lipicanac u Sloveniji imaju ergela Lipica (KL) i Udruga uzgajivača lipicanskih konja (ZRLS), koja uključuje 125 aktivnih uzgajivača. Posebnost u uzgoju ove pasmine su, u odnosu na druge pasmine konja, mjere očuvanja rodova kobila i linija pastuha, koje propisuje Zakon o ergeli Lipica (ZKL) (Gregorčič i Potočnik, 2015.).

## Materijal i metode

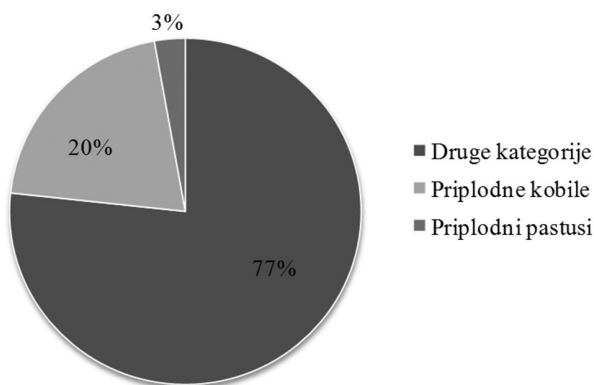
Procjena broja lipicanskih konja preuzeta je iz registra konja, koji se godišnje priprema za banku gena, dok su podaci o vanjštini dobiveni iz centralnog registra kopitara pri Ministarstvu za poljoprivredu, prehranu i šumarstvo (MKGP). Svi podaci pohranjeni su u „skladištu podataka“ (engl.

*data warehouse*) kojeg razvija i održava jedinica za vrjednovanje podataka, Odjela za zootehniku, Biotehničkog fakulteta, Sveučilišta u Ljubljani. Analiza prikupljenih podataka urađena je programskim paketom SAS (SAS, 2009.). Analize su dostupne i putem web stranice za pohranu podataka: <http://rodica.bf.uni-lj.si/konji>.

## Rezultati i rasprava

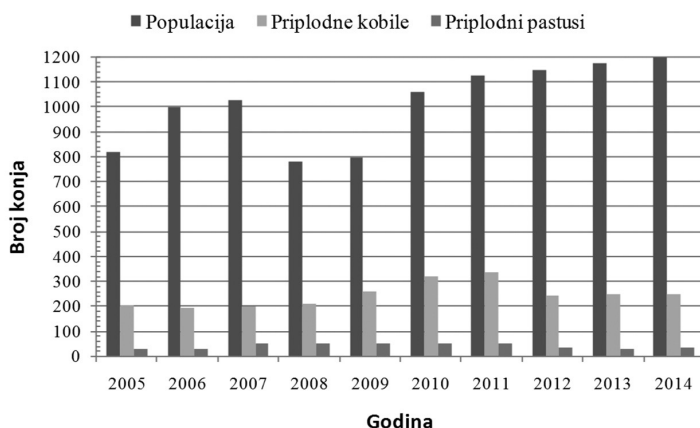
Broj lipicanskih konja u Sloveniji krajem 2014. godine procijenjen je na 1231 jedinku. U matičnu knjigu upisane su 252 rasplodne kobile i 35 rasplodnih pastuha, koji predstavljaju roditelje sljedećih generacija (Grafikon 1.). Udio radnih i mladih konja relativno je velik (77 %) što je i razumljivo jer je pasmina kasnozrela, a koristi se prvenstveno za rad pod sedlom i u zaprezi.

Pravilnikom o očuvanju biološke raznolikosti u stočarskom sektoru lipicanski konj u Sloveniji na temelju reprodukcijских sposobnosti svrstan je u skupinu "kritično ugrožen", dok je na temelju brojnog stanja konja i rasplodnih pastuha u skupini "ugrožen". Procjena ugroženosti iz perspektive zemljopisne distribucije stada nije kritična jer je lipicanac zastupljen u svim regijama države. Ukupna ocjena ugroženosti pasmine je "kritično ugrožen" (Gregorčič i Potočnik, 2015.).



Grafikon 1. Udio rasplodnih pastuha i kobila u usporedbi s drugim kategorijama konja

Trenutna ocjena stanja lipicanskog konja po zootehničkim kriterijima s točke gledišta očuvanja pasmine je negativna (Grafikon 2.). Iako se procijenjeni broj jedinki u populaciji stalno povećava i u zadnje 4 godine je veći od 1100 jedinki, negativan je trend broja rasplodnih kobila. Zbog značajno manjeg interesa za pripust kobila zadnjih godina, i posljedično manjeg broja ždrjebadi, prosječna starost rasplodnih kobila, kao i pastuha, se povećava. Ova činjenica navodi na zaključak da se postupno smanjuje reproduktivna sposobnost populacije lipicanaca u Sloveniji. Za očuvanje svih rodova kobila i linija pastuha, kako propisuje ZKL, u budućnosti će trebati veću pozornost posvetiti izradi pripusnih nacrtu za pojedinu kobilu. Za planove sparivanja potrebno je uzeti u obzir članak 55. Zakona o stočarstvu (ZŽiv, 2012.), koji govori o sprječavanju uzgoja u srodstvu (*inbridinga*). Zbog navedenog, pored smanjenja efektivne veličine populacije, ugrožena je i selekcija na pojedina svojstva koja su propisana uzgojnim programom.



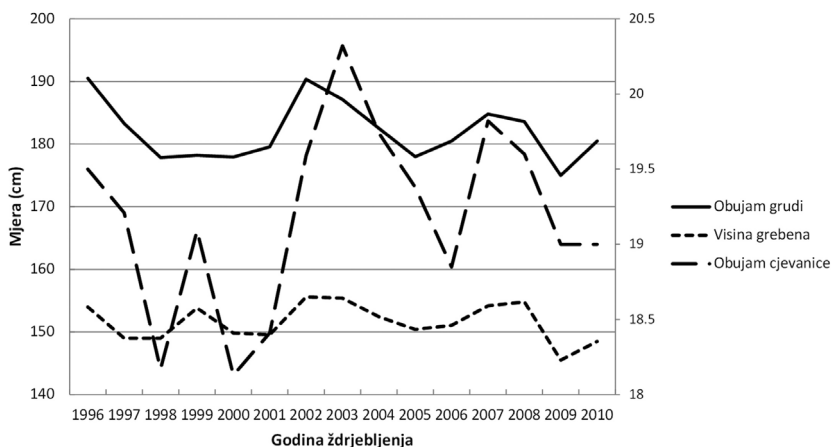
Grafikon 2. Brojno stanje populacije lipicanskog konja u Sloveniji od 2005. do 2014. godine

Osnova selekcijskog rada, pored spomenute brige o sprječavanju uzgoja u srodstvu, uključuje procjene i mjere vanjštine. Kod lipicanca procjena vanjštine provodi se kad je grlo u prosjeku staro 4 godine, odnosno, kada se procjenjuje u svrhu umatičenja rasplodnih grla. U analiziranom razdoblju, na pregled za umatičenje bilo je privedeno ukupno 270 rasplodnih grla, od čega 176 ženskog i 94 muškog spola. Prve i zadnje tri godine analiziranog razdoblja uključuju mali broj jedinki, stoga se tih godina nije uključilo u interpretaciju. Izvođenje zaključaka za populaciju pogodne su godine ždrjebjenja od 1999. do 2007. (Tablica 1.).

Tablica 1. Broj životinja s izmjerenom visinom grebena po spolu i godini rođenja

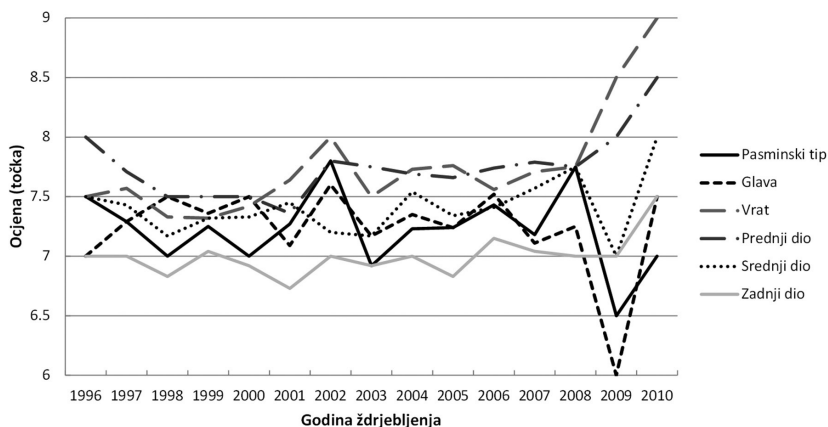
Spol	Godina ždrjebjenja															Ukupno
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Muški	0	0	0	12	2	1	6	14	17	28	3	11	0	0	0	94
Ženski	2	7	6	18	10	10	11	24	15	21	26	17	5	2	2	176
<b>Ukupno</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>38</b>	<b>32</b>	<b>49</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>270</b>

Prosječne vrijednosti izmjerenih i ocijenjenih svojstava vanjštine prikazane su po godinama ždrjebjenja od 1996. do 2010. godine (Grafikon 3.). Grafikon 3. prikazuje da se prosječna visina grebena mjerena sa štapom i obujam grudi lipicanca vrpcom nisu značajno promijenili za prikazano razdoblje. Ako uzmemo u obzir prvu godinu ždrjebjenja za koju su prosječne vrijednosti mjenjenih obilježja najveće, mogao bi se čak procijeniti lagani pad prosječnih vrijednosti visine grebena i obujma grudi, no zbog malog broja jedinki tijekom prvih i zadnjih godina analiziranog razdoblja (Tablica 1.) to nije moguće tvrditi. Prosječan obujam cjevanice između godina rođenja je velik i razlika između najveće i najmanje vrijednosti iznosi 2 cm, što je 10 % prosječnog obujma cjevanice. Najveći prosječni obujam cjevanice lipicanca izračunat je za 2003., a najmanji za 2000. godinu rođenja (Grafikon 3.).



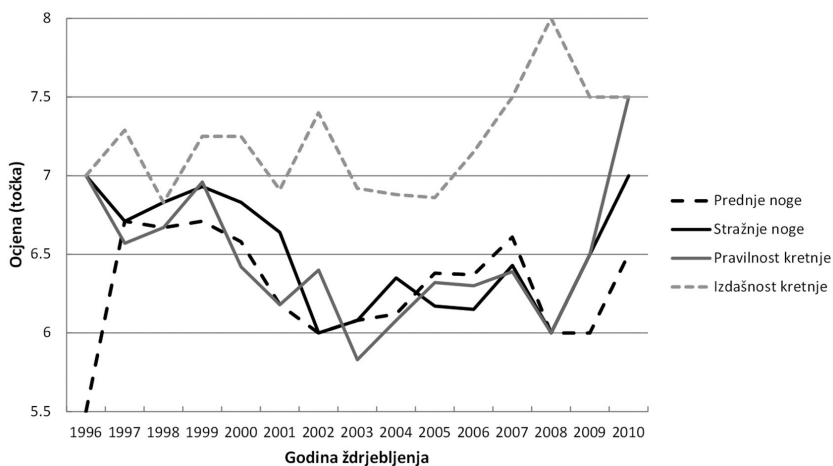
Grafikon 3: Prosječne izmjerene vrijednosti lipicanskog konja u Sloveniji za obujam grudi, obujam cjevanice i visinu grebena po godinama ždrjbljenja

Prosječne vrijednosti za ocijenjena svojstva upućuju na velik varijabilitet, posebice zadnjih promatranih godina što se može pripisati malom broju jedinki. Generalno, prosječne vrijednosti za pojedina svojstva lipicanca kreću se između 7 i 8 točaka, stoga se može zaključiti da procjeni za umatčenije rasplodnih grla pristupaju životinje s povoljnijom vanjštinom u odnosu na prosjek populacije (5 točaka). U analiziranom razdoblju najniže prosječne vrijednosti zabilježene su za gledano svojstvo zadnjeg dijela tijela, a najveće za vrat i prednji dio tijela (Grafikon 4.).



Grafikon 4. Prosječne vrijednosti lipicanskog konja u Sloveniji za promatrana obilježja: tip, glavu, vrat, prednji, srednji i zadnji dio tijela po godinama ždrjbljenja

Prosječne vrijednosti za ocijenjena svojstva nogu i kretnje pokazuju slična kretanja kao i druga procijenjena svojstva u pogledu varibilnosti prvih i zadnjih godina istraživanog razdoblja. Prosječne vrijednosti za svojstva prednje noge, stražnje noge i pravilnost kretanja su za točku niže od prethodno analiziranih svojstava, osim za svojstvo izdašnost kretnji kod kojeg je prosjek oko 7 točaka. Za svojstva stražnje noge, prednje noge i pravilnost kretnji razlike u prosječnim vrijednostima između godina imaju sličan trend, najmanji su zabilježeni za 2003. godinu ždrjebjenja, nakon čega se vidi pozitivan trend (Grafikon 5.).



Grafikon 5. Prosječne vrijednosti lipicanskog konja u Sloveniji za prednje i stražnje noge, pravilnost i izdašnost kretnji po godinama ždrjebjenja

## Zaključak

Brojno stanje populacije lipicanskog konja u Sloveniji je u rastu, no smanjuje se broj rasplodnih kobila, posebice broj pripuštenih kobila. Takvo stanje je u vidu očuvanja rodova kobila i linija pastuha opasno, jer se prosječna starost rasplodnih grla povećava. U tom pogledu je populacija lipicanskog konja u svakom pogledu ugrožena, iako je rasprostranjena po cijelom teritoriju Slovenije. U pogledu selekcije na osnovi analize svojstava vanjštine može se zaključiti da se populacija u promatranom razdoblju nije značajno promijenila, što je očekivano, jer je populacija brojno mala, a selekcija se prvenstveno provodi na očuvanju linija pastuha i rodova kobila. Analizirana svojstva vanjštine mogla bi se uključiti u procjenu uzgojnih vrijednosti, koja bi bila povoljniji kriterij selekcije u usporedbi s fenotipskim vrijednostima. Na taj način mogao bi se očekivati selekcijski napredak, ukoliko bi zadržali ili povećali broj pripuštenih rasplodnih kobila. U suprotnom bi, uz sprječavanje uzgoja u srodstvu, lakše zadržali postignute rezultate selekcije. Za učinkovitu selekciju lipicanskog konja je potrebno pripremiti metodologiju procjene uzgojnih vrijednosti koje će se moći uz analizu srodstva primijeniti za izradu individualnih shema sparivanja. Takva tehnologija selekcije omogućila bi očuvanje genetskog variabiliteta i zadržati, ako ne i povećati, kakvoću populacije po pitanju vanjštine.



## Literatura

1. DAD-IS (2015): <http://dad.fao.org/> (15.3.2015.).
2. Dolenc, M. (1980): Lipica. Ljubljana, Mladinska knjiga.
3. Gregorčič, T., Potočnik, K. (2015): Poročilo za lipicanskega konja v letu 2014.
4. Rus, J. (2011): Rejski program za pasmo lipicanski konj. Ljubljana, Veterinarska fakulteta.
5. SAS Inst. Inc. (2009): The SAS System for Windows. Version 9.2. Cary. NC. SAS Institute.
6. Žživ (2012): Zakon o živinoreji. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1548>

## Lipizzan horse population in Slovenia

### Abstract

In this study the effects of selection on phenotypic values for type traits for Lipizzan horse in Slovenia were studied. No major changes in the average values between the birth years of horses were shown. Such results were expected because of small populations size and no use of breeding values as a selection criterion. Taking into account the results of this study and overall trends in horse breeding, genetic evaluation and use of breeding values in combination with prevention of related matting's were demanded. To prevent related matting's and also to keep population quality in present situation, the use of such methodology is recommended.

**Key words:** Lipizzan horse, endangered breed, selection, type traits

## Trendovi u konjogojstvu Republike Hrvatske u razdoblju od 2004. do 2014. godine

Franjo Poljak<sup>1</sup>, Mirjana Baban<sup>2</sup>, Maja Dražić<sup>1</sup>, Domagoj Tadić<sup>1</sup>,  
Martina Čabrajec<sup>1</sup>, Vesna Tomše-Đuranec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hrvatska poljoprivredna agencija, Odjel za razvoj konjogojstva, Poljana Križevačka 185, Križevci, Hrvatska, e-mail: fpoljak@hpa.hr

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

U posljednjih 50 godina populacija konja u Hrvatskoj drastično je smanjena. U razdoblju između 1970. godine do 2000. godine broj konja se smanjio s više od 260.000 na svega oko 10.000. Takav pad broja konja uvjetovan je gubitkom njihove korisne uporabne uloge u vojsci, a osobito u poljoprivredi. Početci sustavnog rada na evidenciji i registraciji konja, razvoju konjičkog sporta, korištenju konja u rekreaciji i turizmu, hipoterapiji, te uvođenju državnih potpora sredinom 1990-tih godina, zaustavili su negativni trend i doprinijeli postupnoj revitalizaciji uzgoja konja u Hrvatskoj zadnjih 20 godina. Nakon početnog rada na registraciji i uspostavi matične evidencije za sve značajne pasmine i uzgojne tipove konja u Republici Hrvatskoj, u razdoblju od 2004. do 2014. godine, moguće je pratiti trendove po pojedinim pasminama, kao i utjecaj gospodarskog okružja, te učinak državnih mjera na konjički sektor.

**Ključne riječi:** konji, populacija, trend, potpora, Hrvatska

### Uvod

Uzgoj i korištenje konja na prostorima Hrvatske imaju dugu i bogatu tradiciju. Već iz najranijeg razdoblja, na mnogim povijesnim artefaktima spominju/nalaze se konji. U srednjem vijeku konji se u najvećem dijelu koriste u vojne svrhe, a uporaba konja bila je značajna i u transportu. U XIX. stoljeću, sve do 70-tih godina XX. stoljeća, značajno se proširila uporaba konja u poljoprivredi, te je populacija konja u zemaljskom uzgoju dosegla svoj vrhunac (Barać i sur., 2013.). Od sredine XX. stoljeća sve više se gubila potreba za uporabom konja u vojsci i poljoprivredi, što je dovelo do značajnog smanjenja populacije konja u Republici Hrvatskoj (Tablica 1).

Tablica 1. Kretanje broja konja u Hrvatskoj u razdoblju od 1950. do 2000. godine (HE, 2015.)

Godina	1950.	1960.	1970.	1980.	1990.	2000.
Broj konja	380.000	341.000	274.000	111.000	39.000	11.000

Ponovno buđenje interesa za uzgoj konja nameće razvoj konjičkog sporta u Hrvatskoj 70-tih godina XX. stoljeća (Barać i sur., 2013.). Ukidanjem ergela, koje su do tada proizvodile jahače konje za potrebe vojske, nestalo je osnovne populacije koja je mogla poslužiti kao temelj za uzgoj kva-

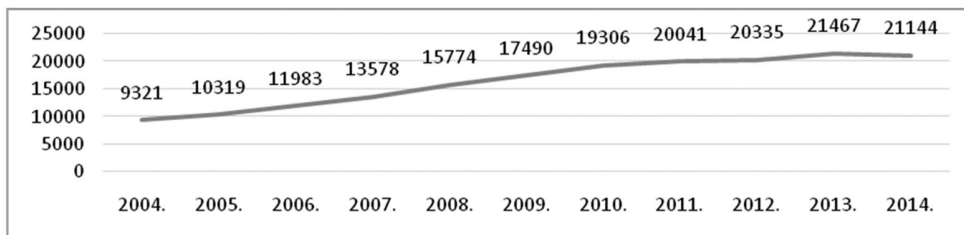
litetnih konja za potrebe sporta, te se započelo s uvozom konja iz inozemstva. S druge strane, uglavnom na području Sisačke posavine i Moslavine, održala se je populacija hladnokrvnih konja, danas podijeljena u dvije hrvatske izvorne pasmine; hrvatski hladnokrvnjak i hrvatski posavac. Lipicanska pasmina konja, koja je prvenstveno oblikovana za potrebe Bečkog dvora, smatra se pasminom bivše austro-ugarske monarhije. Ipak, nakon raspada navedene državne tvorevine, najveći dio aktivne lipicanske populacije nalazio se u Hrvatskoj, brojčano manjim dijelom u ergelskom, te većim dijelom u zemaljskom uzgoju. Sredinom 1990-tih godina počinje stvarni sustavni uzgojni rad u konjogojstvu na široj zemaljskoj populaciji konja u okrilju Hrvatskog stočarsko-seleksijskog centra (HSSC). Aktivnostima djelatnika HSSC-a označena su rasplodna grla, započeto je s vođenjem matičnih knjiga za pojedine pasmine, te je uspostavljena središnja evidencija svih označenih kopitara u Republici Hrvatskoj. U isto vrijeme, država je prepoznala interes za očuvanjem hrvatskih izvornih pasmina konja i uvela novčane potpore za njihovo držanje i uzgoj. Od tih godina, zamjetan je stalan trend rasta populacije evidentiranih kopitara, kao i broj uzgojno valjanih konja pod selekcijskim obuhvatom (Posavi i sur., 2002.).

### Materijal i metode

Po uspostavi matične evidencije u koju je upisana većina rasplodnih grla najbrojnijih pasmina i uzgojnih tipova konja, u razdoblju od 1994. do 2004. godine, stvoreni su preduvjeti za praćenje daljnjih trendova. U ovom radu prikazani su trendovi u konjogojstvu Hrvatske u razdoblju od 2004. do 2014. godine. U razmatranje su uzete hrvatske izvorne pasmine i uzgojni tipovi; hrvatski hladnokrvnjak, hrvatski posavac, lipicanac, hrvatski športski konj, hrvatski toplokrvnjak, te druge, s uzgojnog stajališta značajne pasmine. Osim podataka iz Središnjeg registra kopitara (SRK-a) korišteni su i podatci o isplaćenim novčanim potporama iz evidencija Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA, 2014., HPA, 2015.).

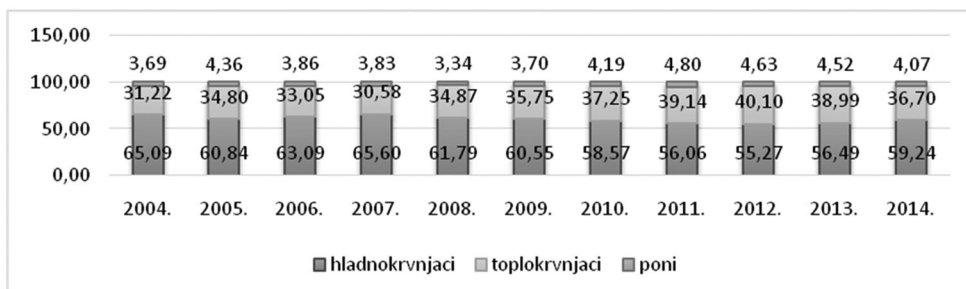
### Rezultati i rasprava

Prema podacima iz Središnjeg registra kopitara vidljivo je da se broj registriranih kopitara povećao u posljednjih 10 godina za 126,84%. To povećanje je rezultat sustavnog rada i suradnje Hrvatske poljoprivredne agencije, udruženja uzgajivača i samih uzgajivača. Navedeni trend dijelom je posljedica evidentiranja dotad neregistriranih grla, no s druge strane, povećanju populacije doprinio je povećani interes uzgajivača i nabava grla u svrhu sporta i rekreacije, te njihovo uključivanje u uzgoj. Pad broja konja u 2014. godini za 1,50 %, rezultat je nedostatne reprodukcije u vremenu nakon 2010. godine i manjim dijelom temeljite revizije stanja cjelokupne populacije, te usklađenja stanja evidencijom izlučenja određenog broja grla u SRK koja su iz uzgoja izlučena ranije, a o tome nije bilo dojava vlasnika (Grafikon 1).



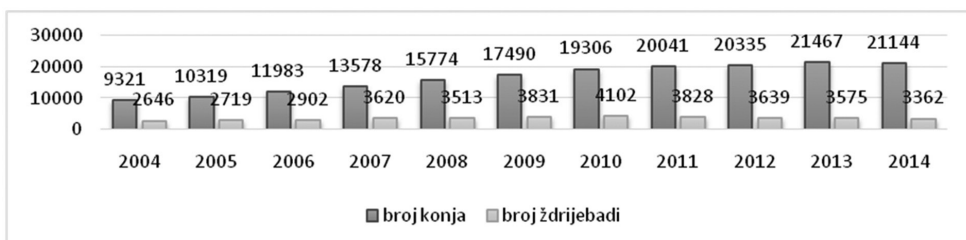
Grafikon 1. Kretanje broja registriranih konja u razdoblju od 2004. do 2014. godine (HPA, 2015.)

U ukupnom broju prevladavaju hladnokrvni uzgojni tipovi konja s preko 50 % od ukupnog broja. U razdoblju od 2004. do 2012. godine u ukupnoj populaciji povećavao se udio toplokrvnih pasmina i uzgojnih tipova s 31,22 % na 40,10 % (Grafikon 2). Ovo povećanje ukazivalo je na trend razvoja suvremenog konjogojstva, uzgojem konja namijenjenih sportu i rekreaciji, no nakon 2012. godine ponovno dolazi do smanjenja udjela toplokrvnih pasmina i uzgojnih tipova konja na 36,70 % (Baban, i sur., 2013., HPA, 2015.). Zaustavljanje trenda povećanja ukupnog broja konja, te značajan pad reprodukcije toplokrvnih uzgojnih tipova nakon 2010. godine rezultat su, prvenstveno, nepovoljnog gospodarskog okruženja koje je umanjilo materijalne mogućnosti potencijalnim vlasnicima i uzgajivačima, odnosno uvjetovalo je gotovo gašenje tržišta uzgojno valjanim rasplodnim grlima.



Grafikon 2. Udio pojedinih uzgojnih tipova konja u ukupnoj populaciji u razdoblju od 2004. do 2014. godine (HPA, 2015.)

Broj registrirane ždrjebadi raste u razdoblju od 2004. godine do 2010. godine za 55,03 %, no od 2010. do 2014. godine broj registrirane ždrjebadi ponovo je pao za 18,04 % (Grafikon 3). U cijelom promatranom razdoblju od 2004. do 2014. godine broj registrirane ždrjebadi godišnje se smanjivao u odnosu na broj ukupno registriranih konja s 28,39 % na svega 15,90 % (Poljak, 2015.).



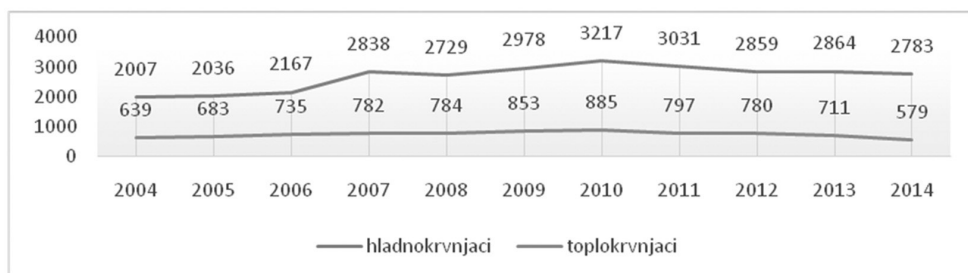
Grafikon 3. Kretanje broja konja i registrirane ždrjebadi u razdoblju od 2004. do 2014. godine (HPA, 2015.)

Promatrajući kretanje broja grla najzastupljenijih pasmina i uzgojnih tipova te međimurskog konja (Tablica 2), vidljivo je da se broj hrvatskog hladnokrvnjaka (HH) i hrvatskog posavca (HP) i u 2014. godini povećao za 3,04, odnosno 0,07 %, dok je broj grla lipicanca (LIP) pao za 8,54 %, hrvatskog športskog (HŠK) konja za 4,18 %, hrvatskog toplokrvnjaka (HT) za 30,67 % i međimurskog konja (MEĐ) za čak 33,82 % (HPA, 2015.).

Tablica 2. Kretanje broja grla hrvatskih izvornih pasmina i uzgojnih tipova u razdoblju od 2004. do 2014. godine (HPA, 2015.)

Godina Pasmina	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
HH	2.973	2.914	4.003	4.897	5.334	5.784	6.304	6.158	5.907	6.614	6.815
HP	3.046	3.321	3.513	3.516	4.350	4.725	4.909	4.944	5.228	5.131	5.167
LIP	797	910	1.003	1.165	1.231	1.329	1.548	1.754	1.969	2.166	1.981
MED	44	40	46	36	37	40	57	66	66	68	45
HT	474	470	493	532	575	605	622	683	634	639	443
HŠK						299	370	422	446	479	459

Uspoređujući reprodukciju hladnokrvnih i toplokrvnih uzgojnih tipova, vidljivo je povećanje broja registrirane ždrjebadi kod oba uzgojna tipa konja do 2010. godine, kada je zabilježen najveći broj registrirane ždrjebadi (Grafikon 4). Nažalost, u razdoblju do 2014. godine broj registrirane ždrjebadi je pao za 434 grla ili 13,49 % kod hladnokrvnih uzgojnih tipova, te za 306 grla ili čak 34,58 % kod toplokrvnih uzgojnih tipova konja (Poljak, 2015).



Grafikon 4. Kretanje broja registrirane ždrjebadi prema uzgojnom tipu u razdoblju od 2004. do 2014. godine (HPA, 2015.)

U promatranom razdoblju na razvoj konjičkog sektora utjecale su mjere državne potpore (Tablica 3).

Tablica 3. Pregled potpora u razdoblju od 2004. do 2014. godine (HPA, 2015.)

Godina	Vrsta poticaja	Godišnji iznos po grlu (kn)
2004.	Rasplodne kobile i pastusi	1.350,00
	Uzgoj ženske ždrebad	1.500,00
	Izvorne pasmine	2.000,00
	Uzgojno valjana grla - dodatni poticaj za kobile	200,00
2006.	Rasplodne kobile	1.000,00
	Uzgojno valjane rasplodne kobile i pastusi	1.500,00
	Matične rasplodne kobila (prvoždrjepkinje)	1.750,00
	Izvorne pasmine - konji	2.000,00
2007. i 2008.*	Rasplodne kobile	1.000,00
	Uzgojno valjane rasplodne kobile i pastusi	1.500,00
	Matične rasplodne kobila (prvoždrjepkinje)	1.750,00
2009. – 2011.*	Izvorne pasmine konji	2.000,00
	Izvorne pasmine	2.000,00
2012. – 2014.	Izvorne pasmine	2.000,00

*\*osim odraslih rasplodnih grla, potporu ostvaruje i podmladak rođen u godini podnošenja zahtjeva*

U razdoblju od 2004. do 2008. godine značajna mjera bila je poticaj za rasplodne kobile i pastuhe koje su ostvarivala grla koja su u godini ostvarivanja prava na potporu imala registriranog potomka, što je bio značajan poticaj reprodukciji. Osim navedenog, kvaliteta uzgoja poticala se mjerama za uzgojno valjana grla, a povećanje osnovnog stada poticale su mjere za uzgoj ženske ždrebad i prvoždrjepkinje. U cijelom razdoblju s uvećanim iznosom potpore potican je uzgoj izvornih pasmina. Pozitivan učinak na reprodukciju imala je mjera uvedena u razdoblju od 2007. do 2011. godine, kada je potpora po grlu bila isplaćivana i za ždrjebad. U razdoblju od 2009. do 2014. pravo na potporu imaju samo izvorne pasmine. Gubitak prava na potporu za ostale pasmine i uzgojne tipove, te učinak nepovoljnog gospodarskog okružja u tom razdoblju, imali su negativan učinak na razvoj velikog dijela konjičkog sektora.

## Zaključak

U posljednjih 10 godina, u razdoblju od 2004. do 2014. godine, značajno je povećan broj registriranih konja u Republici Hrvatskoj. Povoljno gospodarsko okružje do 2010. godine budilo je entuzijazam i pozitivno raspoloženje za nabavkom i uzgojem konja kod novih vlasnika i ljubitelja konja. U isto vrijeme, pozitivan učinak imale su i državne potpore, koje su kroz više mjera poticale reprodukciju i uzgojnu kvalitetu. Nakon 2010. godine, pojavom gospodarske krize značajno pada interes ljubitelja i potencijalnih novih vlasnika za nabavkom konja. Ova činjenica je posebno pogodila toplokrvni uzgoj, kod kojeg je zabilježen značajan pad reprodukcije, a time i osnove

za kvalitetan remont stada. Manjim dijelom, na navedenu pojavu u toplokrvnom uzgoju utjecao je gubitak državnih potpora.

### Literatura

1. Baban, M., Gregić, M., Korabi, N., Antunović, B. (2013): Konjogojstvo u Republici Hrvatskoj – stanje i perspektiva. *Krmiva* 54, 3:89-98, Zagreb.
2. Barać, Z., Dražić M., Solić, D., Fatović, Ž., Bulić, V., Ivkić, Z., Špehar, M., Mahnet, Ž., Mulc, D., Poljak, F., Lučić, Robić, E., Duvnjak, G. (2013): 100 godina organiziranog uzgojno-seleksijskog rada u stočarstvu Hrvatske. Hrvatska poljoprivredna agencija, Križevci.
3. Hrvatska enciklopedija (2015): Mrežno izdanje 2013-2014, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb.
4. Hrvatska poljoprivredna agencija (2014): Godišnje izvješće za 2013. godinu. Križevci.
5. Hrvatska poljoprivredna agencija (2015): Godišnje izvješće za 2014. godinu. Križevci.
6. Poljak, F. (2015): Prikaz rada Odjela za razvoj konjogojstva HPA. Zbornik radova, 2. savjetovanje uzgajivača konja u Republici Hrvatskoj, str. 7-16. Hrvatska poljoprivredna agencija, Križevci.
7. Posavi, M., Ernoić, M., Ozimec, R., Poljak, F. (2002): Hrvatske pasmine domaćih životinja. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja RH, Zagreb.

## Trends in horse breeding in the Republic of Croatia between 2004 and 2014

### Abstract

In the last 50 years the population of horses in Croatia was dramatically reduced. Between 1970 and 2000, number of horses was reduced from more than 260.000 to about 10.000. Such a fall in the number of horses is determined by the loss of their useful roles in the military and particularly in agriculture. Beginnings of systematic work on records and registration of horses, the development of equestrian sport, the usage of horses in the recreation and tourism, hippotherapy and government subsidies introduced in the mid 1990s, stopped the negative trend and contributed to the gradual revitalization of horse breeding in Croatia in the last 20 years. After the initial work on the registration and establishment of the herd books for all important breeds and breeding types of horses in the Republic of Croatia, it is possible to monitor trends per breed and the impact of the economic environment and state measures on the equestrian sector in period from 2004 to 2014.

**Key words:** horses, population, trend, subsidy, Croatia

## Analiza uzgoja kasača i rezultata kasačkih trka u Srbiji

Ljuba Štrbac<sup>1</sup>, Snežana Trivunović<sup>1</sup>, Mirjana Baban<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija,

e-mail: [ljuba.strbac@stocarstvo.edu.rs](mailto:ljuba.strbac@stocarstvo.edu.rs)

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Cilj ovog rada je analiza uzgoja kasača i rezultata kasačkog sporta u Srbiji, a na osnovu podataka o brojnom stanju, odnosno veličini populacije i rezultata trka u 2010. godini. Kao materijal za rad poslužili su podaci Udruženja za kasački sport Srbije (UKSS) o registriranim grlima i trkama tijekom 2010. godine. U tijeku trkaće sezone održana je ukupno 331 trka u okviru 74 trkača dana, na 20 domaćih i 2 strana hipodroma i distancama od 1200 do 4000 m. Populacija konja kasačke pasmine u Srbiji predstavlja oko 5,42 % svih konja u zemlji, a sportska grla čine 48 % od ukupne populacije kasača. Rekord, odnosno najbolje postignuto vrijeme, kretalo se u intervalu od 72,00 do 97,80 s/km s prosječnom vrijednošću 81,74 s/km. Prosječno vrijeme u trci iznosilo je 83,05 s/km, pri čemu je najmanja vrijednost iznosila 72,00 s/km, a najveća 99,20 s/km. Također, prosječna zarada grla u trci iznosila je 67 eura, a kretala su u intervalu od 0 do 1287 eura. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da Srbija, u pogledu ostvarenog vremena u trci i zarade, znatno zaostaje za europskim rezultatima, te da bi unaprjeđenje uzgoja kroz poznavanje genetskih i fenotipskih parametara trebalo biti aktualno pitanje, s obzirom da se veoma mali broj istraživanja bavio ovom problematikom.

**Ključne riječi:** kasači, veličina populacije, vrijeme u trci, zarada

### Uvod

U posljednjim desetljećima, konjogojstvo je u Srbiji suočeno sa smanjenjem broja grla. Istovremeno se povećava interes za konje namijenjene sportu i rekreaciji. Kasački sport ima izuzetno dugu povijest u Srbiji, pogotovo u Vojvodini. Sama činjenica da ima 17 hipodroma s kasačkom stazom, dovoljno govori o značaju i potrebi za razvoj kasačkog sporta na ovim prostorima. Kasačke trke su veoma zastupljene u Europi, a dvadeset zemalja čini tzv. Europsku kasačku organizaciju zvanu - UET (Union Européenne du Trot). Organizacija UET je osnovana 1973. godine sa ciljem da zaštiti, koordinira i usklađuje pravila kasačkih trka, a od 2010. godine Udruženje za kasački sport Srbije (UKSS) je njezin punopravan član. Glavnim uzgojnim programom u konjogojstvu na području Srbije definiraju se veličina populacije, pasminski sastav, te uzgojni ciljevi i mjere (seleksijski program) za njihovo postizanje. Uzgojni je cilj kod kasača proizvesti snažne trkaće konje, plemenitog izgleda, s karakterističnim pasminskim odlikama eksterijera, pravilnih i izdašnih hodova, pogodnih za ostvarivanje vrhunskih rezultata u kasačkom sportu. Prema Jukić i sur. (2007.), glavni cilj u uzgoju kasača je proizvesti dobre (uspješne, izdržljive, zdrave) trkaće



konje, koji su sposobni da što mlađi započnu sportsku (trkaću) karijeru, jer su kao dokazani u sportu, ranije raspoloživi za reprodukciju. Uzgojna vrijednost kasača utvrđuje se ostvarenim vremenskim rekordima u trkama koji ukazuju na njegovu brzinu, ali i brojem istrčanih trka u životu, koji je pokazatelj izdržljivosti pojedinog grla (Čačić i sur., 2007.). Osnovni ispit proizvodnih, odnosno sportskih rezultata su rezultati trka. Kasači se testiraju na hipodromu koji mora zadovoljavati kriterije propisa o održavanju trka. Proizvodna sposobnost se mjeri najboljim istrčanim vremenom na 1000 m koje se upisuje u pedigre kod imena grla, a priznaje se samo ako je istrčano u službenoj trci. Kasačke trke predstavljaju ispit kasačkih konja u brzini, izdržljivosti i pravilnosti kasa. Brzina je najvažnija osobina kod kasača i predstavlja osnovu za ispitivanje njihove radne sposobnosti, a preračunava se na osnovu izmjerenog vremena koje je potrebno da bi se istrčala određena distanca. Pored brzine, bitna je i zarada, broj startova, plasman u trci, kao i izdržljivost, dobra narav i korektan izgled. Istraživanja vezana za uzgoj kasača i rezultate kasačkih trka u Srbiji su rijetka. Ranković i Mijatović (1998.) su ispitivanjem demografske strukture populacije kasača u Jugoslaviji utvrdili određene demografske parametre kao što su: struktura genotipova u populaciji, prosječna starost potomstva, pastuha i kobila i generacijski interval (s očeve i majčine strane i prosječni generacijski interval). Analizom rezultata kasačkih trka na distanci 1600 m tijekom 2006. godine na hipodromu Beograd bavili su se Mitrović i sur. (2008.). Đermanović i sur. (2011.) su u svojim istraživanjima ispitivali fenotipsku varijabilnost i povezanost tjelesnih mjera kod različitih genotipova kasača. Štrbac i Trivunović (2013.) su ispitivali utjecaje pojedinih paragenetskih čimbenika na ostvareno vrijeme u trci. Nasuprot domaćim istraživanjima, u svijetu se veliki broj autora bavi ovom problematikom, a istraživanja vezana za rezultate u trkama se u najvećem broju zasnivaju na genetskim analizama, odnosno procjenama genetskih parametara, te uzgojnih vrijednosti kasača (Ojala i Hellman, 1987., Minkema, 1989., Ricard i sur. 2000., Rohe i sur. 2001., Bugislaus i sur. 2006., Thiruvencadan i sur., 2009.). Cilj ovoga rada je da analiza uzgoja kasača i rezultati kasačkih trka u Srbiji, na osnovu podataka o brojnom stanju, odnosno veličini populacije i rezultata trka u 2010. godini.

## Materijal i metode

Kao materijal za rad poslužili su podaci Udruženja za kasački sport Srbije (UKSS) o registriranim grlima i trkama u tijeku 2010. godine. Tijekom trkaće sezone održana je ukupno 331 trka u okviru 74 trkaća dana, na 20 domaćih i 2 strana hipodroma i distancama od 1200 do 4000 m. U tijeku 2010. godine startalo je 439 grla, a evidentirano je ukupno 3153 rezultata. S obzirom da se istrčana vremena ne bilježe za sve plasmene, već obično samo za prva četiri, zapisi s nedostupnim vrijednostima su izuzeti iz analize. Za sagledavanje prosječne vrijednosti i varijabilnosti najboljeg vremena (rekord), vremena u trci i zarade po trci napravljena je deskriptivna statistika. U tu svrhu su izračunati standardni statistički parametri: srednja vrijednost, standardna greška srednje vrijednosti, minimum, maksimum, standardna devijacija i koeficijent varijacije. Statistička obrada podataka izračunata je korištenjem računalnog programa Statistika 12 (StatSoft, 2014.).

## Rezultati i rasprava

Veličina populacije je jedan od pokazatelja stanja konjogojstva pri čemu treba razlikovati ukupnu od aktivne populacije. Ukupnu populaciju konja čine sva grla koja se nalaze na području Srbije, dok aktivnu populaciju čine grla upisana u matičnu evidenciju glavne uzgojne organizacije, tj. glavnu matičnu evidenciju i ona se nalaze pod redovitom kontrolom produktivnosti. Konjogojstvo u Srbiji je suočeno sa smanjenjem broja grla. Prema podacima iz Republičkog zavoda za statistiku, ukupan broj konja u Srbiji je u 2005. godini iznosio 20.000, da bi 2010. godine taj

broj pao na svega 14.000 grla. Populacija konja kasačke pasmine u Srbiji predstavlja oko 6 % svih konja u zemlji, dok se pod redovitom kontrolom produktivnosti tijekom 2010. godine nalazilo manje od 1%. S obzirom da se u Srbiji uzgaja veliki broj konja kasačke pasmine, koji nisu pod redovnom kontrolom produktivnosti, potrebno je što prije definirati model kojim bi se udružene i individualni uzgajivači uskladili u cjelokupnom radu s donesenim regulativama, a sve u cilju bržeg genetskog napretka. U Tablici 1 prikazani su podaci koji se odnose na ukupan broj konja kasačke pasmine u 2010. godini.

Tablica 1: Brojno stanje kasača u 2010. godini Srbiji (Izvor: UKSS [www.serbia-trot.org.rs](http://www.serbia-trot.org.rs))

Kategorija	Broj konja
Rasplodni pastusi	26
Rasplodne kobile	326
Mladi konji od 2 do 4 godine	428
Ždrjebad	141
<b>Ukupno</b>	<b>921</b>
<b>Sportska grla</b>	<b>439</b>

U kategoriju sportskih grla se svrstavaju trkaća grla koja su startala tijekom 2010. godine i ona čine 48 % od ukupne populacije kasača u Srbiji. U odnosu na ostale zemlje, članice UET-a, Srbija se nalazi na petnaestom mjestu po veličini populacije. Najveći broj grla ima Francuska (15.887), a najmanji Litvanija (107). Prema European Trotting Statistics (2010), ukupan broj sportskih grla pasmine kasač iznosi 63.909. Na osnovu broja trka, Srbija se također nalazi na petnaestom mjestu. Najveći broj trka se organizira u Italiji (12.862), a najmanji u Estoniji (133).

U Tablici 2 su prikazani rezultati koji se odnose na prosječnu vrijednost i varijabilnost najboljeg ostvarenog vremena, vremena i zarade po trci.

Tablica 2: Prosječne vrijednosti i varijabilnost ostvarenih rezultata u trkama

Osobina	N	$\bar{X}$	$S\bar{X}$	Min	Maks	SD	CV
Najbolje vrijeme (s/km)	350	81,74	0,26	72,00	97,80	4,86	5,94
Prosječno vrijeme (s/km)	1200	83,05	0,11	72,00	99,20	3,64	4,38
Zarada (eura)	1200	67,62	3,07	0	1287	100,55	148,70

N – broj ponavljanja;  $\bar{X}$  – srednja vrijednost;  $S\bar{X}$  – standardna greška srednje vrijednosti;

Min – minimum; Maks – maksimum; SD – standardna devijacija; CV – koeficijent varijacije

Rekord, odnosno najbolje postignuto vrijeme, evidentirano je kod 350 grla od ukupno 439. Kretalo se u intervalu od 72,00 do 97,80 s/km s prosječnom vrijednošću 81,74 s/km. Prosječno vrijeme u trci iznosilo je 83,05 s/km, pri čemu je najmanja vrijednost iznosila 72,00 s/km, a najveća 99,20 s/km. Prema European Trotting Statistics postignuta vremena na europskim hipodromima iznosila su u prosjeku od 77,5 do 71,7 s promatrano za razdoblje od 1985. do 2010. godine. Na osnovu rezultata iz Tablice 2., možemo zaključiti da naši rezultati zaostaju za europskim, što može biti posljedica, prije svega, selekcije koja se provodi isključivo na bazi fenotipa, dok se mogućnost genetske procjene kao kriterija selekcije još uvijek nije razmatrala. Vrijeme u trci je jednostavna fenotipska mjera koja se prikuplja rutinski, za sve učesnike u kasačkim

trkama (Ricard i sur. 2000.). Iako njegovo uključivanje kao kriterija za genetsku procjenu nije uvijek neophodno, preporučuje se, imajući u vidu da pokazuje sposobnost životinje da brzo trči kasom (Thiruvenkadan i sur., 2009.). Pored toga, Rohe i sur. (2001.) navode da je to najvažnija osobina za selekciju sportske performanse jer ima najviši heritabilitet od svih ispitivanih osoba i visoku genetsku korelaciju s nagradama. Prema podacima iz Tablice 2, prosječna zarada grla u trci iznosila je 67 eura, a kretala se u rasponu od 0 do 1287 eura. Može se reći da Srbija ima nizak nagradni fond, dok najveće nagrade ima Francuska (20.305 eura), zatim Italija (8.207 eura) i Švedska (8.058 eura). Zarada grla se vrlo često koristi kao mjera trkaće performanse konja u zemljama s razvijenim kasačkim trkama. Problem sa zaradom, kao kriterijem za genetsko vrjednovanje grla, je taj što nema normalnu raspodjelu, već zahtijeva matematičku transformaciju prije nego što se uključi u analizu. Od svog postanka pa do danas, kasački sport se razvijao kao posljedica više čimbenika: unaprjeđenja uzgoja, usavršavanja opreme koja je olakšala rad s konjima, poboljšanja hranidbe i unaprjeđenja sistema treniranja. Također, uvjeti na stazama su znatno poboljšani, iako između hipodroma u Srbiji postoje značajne razlike (npr. dužina, tip i stanje staze između većih hipodroma, kao što je hipodrom Beograd i trkaćih staza, kao što je, npr., staza u Srbobranu). Pobjednik prvog kasačkog derbija 1923. godine bila je kobila Silvia koja se kretala brzinom 39 km/h, a pobjednik kasačkog derbija 2010., pastuh Jegrevu, se kretao brzinom 44 km/h. Povećanje brzine kao posljedica prethodno navedenih čimbenika je bilo očekivano, ali brzina predstavlja dokaz samo jednog čimbenika u kvaliteti dobrog trkaćeg konja. Pored brzine, bitni su i drugi čimbenici, kao što su sposobnost grla da se prilagodi uvjetima trke i da stigne prvi do cilja (Ricard i sur., 2000.).

## Zaključak

Cilj svakog programa oplemenjivanja konja je postizanje maksimalnog genetskog napretka za ekonomski važna svojstva. Provođenjem uzgojnih programa u Srbiji, nastoji se poboljšati kvaliteta grla iz domaćeg uzgoja, koji će po svojim genetskim predispozicijama odgovarati suvremenim zahtjevima kasačkih trka. Bitan parametar je svakako veličina populacije. Povećanjem broja grla može se utjecati na povećanje intenziteta selekcije, a samim time i njenog učinka. Pored toga, bitno je vršiti kontrolu produktivnosti i na osnovu rezultata trka i sistema genetskih procjena, provoditi rangiranje grla i odabir roditelja sljedeće generacije. U Srbiji se planska selekcija ne provodi, a uzgajivači grla za daljnji rasplod biraju isključivo na osnovu fenotipskih parametara. Postupajući tako, usporava se napredak i smanjuje se konkurentnost grla na domaćim i međunarodnim hipodromima. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da Srbija, u pogledu ostvarenog vremena u trci i zarade, znatno zaostaje za europskim rezultatima. Unaprjeđenje uzgoja bi, kroz poznavanje genetskih i fenotipskih parametara, trebalo biti aktualno pitanje, s obzirom da se veoma mali broj istraživanja bavio ovom problematikom.

## Literatura

1. Bugislaus, A. E., Roehe, R., Willms, F., Kalm, E. (2006): The use of a random regression model to account for change in racing speed of German trotters with increasing age. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 123, 239-246.
2. Čačić, M., Mladenović, M., Korabi, N., Tadić, D., Kolarić, S., Baban, M. (2007): Analiza uzgoja hrvatskog kasača. *Stočarstvo*, 61 (2), 97-103.
3. Đermanović, V., Mitrović S., Druml, T., Urošević, M., Novaković, M. (2011): Fenotipska varijabilnost i povezanost telesnih mera različitih genotipova kasača. *Radovi sa XXV savetovanja, agronoma, veterinaru i tehnologa. Zbornik naučnih radova. Beograd*. 17 (3-4), 171-176.
4. European Trotting Statistics: <http://www.uet-trot.eu/pdf/en/stat06.pdf>

5. Jukić, M., Baban, M., Knežević, I., Mijić, P., Čačić, M., Margeta, V. (2007): Eksterijerna svojstva kasača i njihov utjecaj na rezultate u sportu. *Krmiva*, 49, 5, 273-281.
6. Minkema, D. (1989): Breeding value estimation of trotters in Netherlands. In *State of Breeding Evaluation in Trotters*. EAAP Publication, Wageningen, 42, 82-94.
7. Mitrović, S., Grubić, G., Đermanović, V., Relić, R., Karović, D. (2008): Analiza rezultata kasačkih trka na distanci 1600m u 2006. godini na hipodromu Beograd. *Radovi sa XXII savetovanja, agronoma, veterinara i tehnologa. Zbornik naučnih radova*. Beograd. 14 (3-4), 143-149.
8. Ojala, M., Hellman, T. (1987): Effect of year, sex, age and breed on annually summarized race records for Trotters in Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 37, 463-468.
9. Ranković, M., Mijatović, M. (1998): Demografska struktura populacije kasača u Jugoslaviji. *Savremena poljoprivreda*. 48 (1-2), 77-81.
10. Richard, A., Bruns, E., Cunningham, E. P. (2000): Genetics of performance traits. (Bowling A. T., Ruvinsky A.: *The Genetics of the Horse*), 411-439.
11. Rohde, R., Savas, T., Brka, M., Njillms, F., Kalm, E. (2001): Multiple-trait genetic analysis of racing performance of German trotters with disentanglement of genetic and driver effect. *Arch. Tierz.*, 44, 579-587.
12. StatSoft (2014): *Statistica - version 12*.
13. Štrbac Lj., Trivunović S. (2013): Effect of paragenetic factors on race time in a small population of trotters. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 37, 701-705.
14. Thiruvenkadan, A. K., Kandasamy N., Panneerselvama S. (2009): Inheritance of racing performance of trotter horses: An overview. *Livestock Production Science*, 124, 163-181.
15. Udruženje za kasački sport Srbije: [www.serbia-trot.org.rs](http://www.serbia-trot.org.rs)

## Analysis of trotter breeding and results of trotter race in Serbia

### Abstract

The aim of this paper is to analyze breeding of trotters and results of trotter sport in Serbia, based on data about size of population and race results in 2010 year. As a working material, the data from Association for trotting sport of Serbia (UKSS) about registered horses and races in 2010-th year was used. During the racing season, 331 races were held, within 74 racing days at 20 domestic and two foreign racetrack and distances from 1200 to 4000m. Population of trotter horses in Serbia is representing approximately 5.42 % of all horses in the country, while sports horses make about 48 % of the total trotters population. Record or the best time, was ranged from 72.00 to 97,80s / km with an average 81,74s/km. The average time in the race was 83,05 s/km while the lowest recorded time was 72,00 s/km, and the highest was 99,20 s/km. The average earnings in the race were 67 euro, and ranged in the interval from 0 to 1287 euro. From the results we can conclude that Serbia from the aspect of time in the race and earnings significantly is behind European results, and that the improvement of breeding through knowledge of genetic and phenotypic parameters should be the topical issue, because a very small number of studies were dealing with this theme.

**Key words:** trotters, population size, time in race, earnings

## Stres i stresne situacije kod konja

Kristina Cavrić, Mirjana Baban, Maja Gregić, Vesna Gantner, Boris Antunović

*Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1 d, Osijek, Hrvatska, e-mail: mbaban@pfos.hr*

### Sažetak

Stresne situacije su neizbježne u životu svakoga konja. Stres je stanje organizma koje se definira kao specifični adaptacijski odgovor na različite stresne podražaje. Teško je mjerljiv, ali se može procijeniti analizama fiziološkog stanja organizma. Svaki organizam različito reagira na stres. Kako bi reakcije na stres kod konja bile što manje, potrebno ga je pripremiti na određene neizbježne situacije kao što su odbiće, prvo zajahivanje ili uprezanje, transport, trening, natjecanje i slično. Konju je za pravilan razvoj potreban socijalni kontakt i krdo koje mu daje zaštitu i smanjuje stresne reakcije i oporavak od istog. Konju smještenom u individualnom boksu glavni oslonac je čovjek, s kojim dublji odnos smanjuje ili ublažava posljedice stresa. Također, adekvatni uvjeti uzgoja (npr. dostatna hranidba, optimalni mikroklimatski i uvjeti držanja, itd.) konju će omogućiti bolju reakciju na stresne situacije u kojima se zatekne.

**Ključne riječi:** konji, stres, trening, natjecanje

### Uvod

Organizam konja tijekom života izložen je mnogim poznatim i nepoznatim situacijama. Na neke od njih reagira različito, a neke uzrokuju stres. Stres je stanje organizma koje se definira kao specifičan adaptacijski odgovor na različite stresore. Ukoliko organizam ne uspije prevladati stres, on tada predstavlja negativnu pojavu koja ima štetan utjecaj na dobrobit i zdravlje jedinke. Važno je pravovremeno prepoznati da se organizam konja nalazi u stanju stresa, te ga svesti na najmanju moguću mjeru. Cilj ovoga rada je prikazati stresne situacije za konja, njihov utjecaj na organizam i mogućnost njegovog sprječavanja.

### Utjecaj stresa na organizam konja

Divlji konji, u usporedi s konjima držanih na individualan način, imaju kontakte s drugim konjima i odnos u krdu koji im omogućava zaštitu. Konj u uzgoju takav kontakt ostvaruje s ljudima, posebice aktivnostima kao što su timarenje, hranjenje, trening i slično. Konji u stajama koji ne dobivaju dovoljno pažnje i kontakta mogu kao reakciju na stresne situacije razviti loše navike. On je društvena životinja i ukoliko nema drugih konja oko njega, treba mu ponuditi tjelesni kontakt i duševnu stimulaciju od strane čovjeka koje bi inače imao od konja u krdu (Voleg, 2008.).

Metode kojima se otkrivaju i prate utjecaji stresa na organizam, predstavljaju sastavni dio uobičajenog veterinarskog pregleda. Sastoje se od praćenja rada srca i mjerenja različitih supstanci u krvi konja. Kod praćenja rada srca koristi se mjerenje pulsa, auskultacija srca, primjena holtera i pulsometra, a po potrebi i dodatne pretrage kao ultrazvuk i dopler. Prilikom mjerenja pokazatelja

stresa iz krvi koristi se određivanje razine kortizola, mjerenje razine proteina akutne faze i mjerenje enzima uključenih u oksidacijski stres (Gregić i sur., 2012.).

Prilikom nedostatka socijalnog kontakta s pripadnicima vlastite vrste dolazi do gubitka socijalnog ponašanja (Knežević, 2007.). Opsesivno kompulzivni poremećaj se razvija zbog stresa, a u njega se ubraja i gutanje zraka. Ugrađivanje ogledala u boksu i stavljanje lopte sprječava pojavu monotonije u boksu i/ili ispustu, a pomaže i boravak s nekom drugom životinjom (npr. ovca ili koza) u boksu ([www.ultimatehorsesite.com](http://www.ultimatehorsesite.com)).

### **Stres kod konja prilikom transporta**

Ulazak u prikolicu potrebno je vježbati mnogo prije nego što zaista bude potreban kako bi se izbjegao stres. Konji ne vole ulaziti u male i mračne prostore, kao što je prikolica. Uvijek se može iznenada uplašiti, propeti, krenuti unatrag i slično. Najbolje je da netko hoda lateralno od konja kod ulaska u transportno sredstvo, jer su tako manje šanse da će se zaustaviti (Voleg, 2008.). Ukoliko se uvodi kobila sa ždrjebetom, najbolje je da oboje uđu istovremeno ili ždrjebe ispred kobile, jer će se u protivnom kobila opirati i tražiti ždrjebe ukoliko ono ostane iza nje (Vejnović, 2008.). Najbolje bi bilo da ždrjebe vježba ulazak uz kobilu, naravno ako je i sama kobila navikla na transport (Trailović i sur., 2008.).

Istraživanja su se provodila na konjima koji su se redovito prevozili i bili naviknuti na transport. Određivao im se kortizol u slini i promjenjivost brzine otkucaja srca u odnosu na konje koji su već navikli na prijevoz. Vozili su se u cestovnom prometu preko 1370 km dva dana i ponovno natrag za osam dana. Kortizol je bio nizak do 60 minuta prije transporta i povećao se 30 minuta prije utovara. Transport je izazvao dodatno značajno povećanje kortizola, no njegov sadržaj je opadao sa svakim daljnjim danom prijevoza. Transport konja naviklih na isti, dovodi do povećanja kortizola, te otpuštanja i promjene srčanog ritma, što je indikator stresa. Stupanj tih promjena bio je najizraženiji na prvi dan prijevoza (Schmidt i sur., 2009.). Prijevoz konja na kratkim i srednjim udaljenostima dovodi do povećanja kortizola i promjene u otkucajima srca, što je indikator stresa (Schmidt i sur., 2010.).

### **Stres kod konja prilikom treninga i natjecanja**

Skoro najjači stres za konja je prvo zahijavanje ili uprezanje, stoga je nužna dobra priprema za ovaj korak koja se postiže nagradama nakon pozitivnih pomaka (Ivanković, 2004.). Obuka konja ima cilj navikavati konja na čovjeka, opremu i izvršavanje radnji, te se pri tome nastoje obuzdati nagonske reakcije na određene okolišne podražaje (Ivanković, 2004.).

Dobro poznavanje psihologije konja jamči dobrog jahača i trenera, razumijevanje njegovih nagona, prohtjeva i strahova i načina komunikacije. Jahač treba razumjeti konja, jednako kao što konj treba razumjeti što jahač traži od njega. Ukoliko se obuci pristupi na pravi način, konj će lako pobuditi znatiželju za novim navikama i njihovim usvajanjem, potisnut će strah i svoje instinkte, te će se lako pripitomiti i postati poslušan (Trailović i sur., 2008.). Ukoliko se između konja i jahača uspostavi pravilan odnos, on postaje povjerljiv (Mitrović, 2005.).

Vještina treninga ovisi o razumijevanju signala koje konj daje, prepoznavanje njegovih namjera i prije nego što konj odreagira, te prihvaćanje odgovornosti za vlastite greške. Ukoliko konj pruža otpor prema radu, postoji više razloga za neposluh. Jedan od razloga je monotonija treninga (stalno se ponavlja ista radnja) što je učestalo kod mladih grla, te tada treba uvesti promjenu u trening. Čest razlog je strah koji dolazi zbog prijašnjih kažnjavanja, nedostatka povjerenja ili okolnosti u kojima se trenira. Vrlo je važno pronaći uzrok, te polako i postupno uvoditi konja u nove radnje. Ukoliko postoji stvarna opasnost, jahač treba biti smiren i opušten, takvu reakciju

konj prepoznaje i pomaže mu da se ne uspaniči, a problem će postepeno nestati. Dobar jahač prepoznat će namjere konja, pravovremeno odreagirati i ako je potrebno spriječiti ga u tome.

Kažnjavanje konja nakon učinjene pogreške povećava nepovjerenje prema čovjeku (Trailović i sur., 2008.). Proučavanjem ponašanja konja, veća pažnja daje se uzroku, odnosno unutrašnjoj potrebi koja izaziva reakciju, nego samoj reakciji (Trailović i sur., 2012.).

Prvi korak prema uspješnom treningu s konjem je obuzdavanje napetosti. Ukoliko se jahač plaši konja ili mu nervozu stvaraju neke druge stvari, konj to osjeća te se i on počinje tako ponašati. Napetost i strah na početku se primjećuju jer konj ne žvače žvalu, vrat i vilica su mu ukočeni, pokreti su nagli, isprekidani i nisu opuštani. Ukoliko se ne reagira na pravi način, takvo ponašanje preraste u paniku (Trailović i sur., 2008.).

Intenzitet i trajanje treninga ima veliki utjecaj na raspodjelu energije i fiziološke promjene konja. Stresni uvjeti okoliša, aklimatizacija i trening mogu dati dodatan utjecaj (Hyyppä, 2004.). Covalesky i sur., (2013.) ispitali su učinke natjecanja u preponskom jahanju na razinu stresa u konja. Uzorci krvi uzeti su u staji, u mirovanju, prije skokova i nakon izvedbe skoka. Napor je procijenjen otkucajima srca i koncentracijom plazma laktata. Konji početnici imali su veće koncentracije kortizola u krvi od iskusnih konja, ali nije bilo velike razlike od srednje iskusnih konja. Kod konja u mirovanju nije bilo razlike u koncentraciji kortizola između razina iskustva konja. Također, po dolasku na natjecanje, najmanje iskusni konji imali su veće vrijednosti kortizola u odnosu na početnu vrijednost u staji. Na natjecanju, iskusni konji imali su veće koncentracije nakon treninga u odnosu na srednje iskusne konje, ali nisu bili drugačiji u odnosu na neiskusne konje. Također, nije bilo razlike u frekvenciji otkucaja srca između konja u odnosu na osvojena mjesta. Rezultati ukazuju da konji koji su već bili na natjecanjima i u tom pogledu su iskusniji, nisu stresni na natjecanjima (Covalesky i sur., 2013.).

### **Stres kod kobila i ždrjebadi**

Odvajanje od majke jedan je od tri najveća stresa u životu konja, stoga treba paziti da ždrjebet odvajanje od majke prođe koliko je moguće bezbolnije i lakše. Nakon ždrjebljenja, najbolje je ne dirati kobilu i ždrjebe, jer to može kod kobile izazvati nemir i stres. Kobila će sama pokazati da li je spremna dopustiti kontakt između ždrjebeta i čovjeka. Ukoliko je ždrjebe u krdu, razvija odnose s ostalim konjima, s nekima se i bliže veže, a spremno je nakon nekog vremena ostati samo s krdom bez majke (Herić, 2004.).

Ždrjebe će se najlakše naviknuti da bude odvojeno od majke ako se to događa u prostoru na koje je naviknuto, u staji ili krdu. Ukoliko se kobila tada odvede, ždrjebe neće preburno reagirati, jer je u poznatom okruženju. Također, nije loše izvesti grupno odvajanje ždrjebadi, ukoliko je to moguće, jer će u društvu lakše podnijeti rastanak (Stanišić i Šupica, 1987.).

Moons i sur. (2005) utvrdili su da otkucaji srca ždrjebeta ostaju povećani neposredno nakon odvajanja od majke i tijekom naredna 24 sata. Ždrjebe treba pravovremeno upoznati sa svime što ga okružuje, automobilima, prikolicom, naseljima, šumom, zvucima, bukom i slično, kako bi stres od odvajanja bio sveden na najnižu razinu. Mora li se ždrjebe odvojiti od majke nakon šest mjeseci, bit će mu znatno lakše ako je do tada uspjelo naučiti što je ular, povodac, hodanje uz čovjeka, stajanje i slično (Herić, 2004.).

### **Zaključak**

Stres je neizbježan u bilo kojoj novoj situaciji za konja, ali njega je potrebno svesti na najmanju moguću mjeru, kada je to moguće. Teško je mjerljiv, ali se može procijeniti uz niz analiza fizioloških stanja organizma. Kako bi izbjegli stres ili sveli ga na najmanju moguću mjeru, potrebno je



planirati eventualne stresne situacije i konja prilagođavati na njih. Tako će susret s nepoznatim i novim biti manje stresan. Konju kao životinji krda potrebno je osigurati socijalni kontakt s drugim životinjama i ljudima te izbjegavati monotone situacije u uzgoju i radu. Konj će u adekvatnim uvjetima uzgoja lakše odraagirati i podnijeti stresne situacije u kojima se zatekne.

### Literatura

1. Covalesky, M. E., Russoniello, C. R., Malinowski, K. (2013): Effects of show-jumping performance stress on plasma cortisol and lactate concentrations and heart rate and behavior in horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 33 (3):155–160.
2. Gregić, M., Baban, M., Mijić, P., Bobić, T., Šperanda, M., Prvanović Babić, N. (2012): Mogućnosti procjene stresa kod konja. 5. međunarodni znanstveno-stručni skup „Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša“, Vukovar, 4.-6.6.2012., Zbornik radova, 89-94.
3. Herić, V. (2004): Početnica za uzgajivače konja. Biblioteka Sagana, Zagreb.
4. Hyyppä, S. (2004): Endocrinal responses in exercising horses. *Livestock Production Science*, 92 (2): 113–121.
5. Ivanković, A. (2004): Konjogojstvo. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
6. Knežević, E. (2007): Od divljaka do kućnog ljubimca. *Konji* 14: 70 – 72.
7. Mitrović, S. (2005): Konjarstvo. Poljoprivredni fakultet Zemun, Beograd.
8. Moons, C. P. H., Laughlin, K., Zanella, A. J. (2005): Effects of short-term maternal separations on weaning stress in foals. *Applied Animal Behaviour Science*, 91: 321.
9. Schmidt, A., Biau, S., Mostl, E., Becker-Birck, M., Morillon, B., Aurich, J., Faure, J. M., Aurich, C. (2009): Changes in cortisol release and heart rate variability in sport horses during long-distance road transport. *Domestic animal endocrinology*, 38 (3):179-89.
10. Schmidt, S., Mostl, E., Wehnert, C., Aurich, J., Müller, J., Aurich, C. (2010): Cortisol release and heart rate variability in horses during road transport. *Hormones and Behavior*, 57: 209–215.
11. Stanišić, Z., Šupica, M. (1987): Sportski konji: uzgoj i trening. Nolit, Beograd.
12. Tadlock, C.: Cribbing. <http://www.ultimatehorsesite.com>. (17.02.2015.).
13. Trailović, D., Vučinić, M., Lazić, J. (2012): Etologija – ponašanje i dobrobit konja. VetKer, Beograd.
14. Trailović, R., Trailović, D., Lazić, J. (2008): Konjarstvo i konjički sport. VetKer, Beograd.
15. Vajnović, J. (2008): Naši konji. Kmečki glas, Ljubljana.
16. Voleg, C. (2008): Konji – ilustrirani priručnik. Mozaik knjiga.

## Stress and stressful situations of horses

### Abstract

Stressful situations are unavoidable in life of every horse. Stress is a condition of the organism defined as specific adaptation response to different stimuli of stress. It is difficult to quantify, but can be evaluated with a series of analyses of physiological condition of the organism. Every organism reacts differently to stress. In order to minimize the stress reactions in horses, it must be prepared to certain unavoidable situations such as weaning, the first riding or harnessing, transport, competition, etc. For proper development, horses require social contact and herd that ensures protection and reduces stress reaction as well as the recovery from the same. When horses are placed in individual box, main support is the man, and deeper relationship with man reduces or mitigates stress consequences. Also, appropriate breeding conditions (e.g. sufficient nutrition, optimal microclimate and housing conditions, etc.) will allow a better horse response to stressful situations in which will they find.

**Key words:** horses, stress, training, competition



## Primjena prirodnih metoda treniranja konja (Natural Horsemanship)

Petar Levak, Mirjana Baban, Pero Mijić, Boris Antunović, Maja Gregić, Goran Vučković

*Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1 d, Osijek, Hrvatska, e-mail: mbaban@pfos.hr*

### Sažetak

Natural Horsemanship je engleski naziv koji označava trening konja po prirodnim načelima. Sve metode unutar Natural Horsemanshija zasnivaju se na promatranju ponašanja divljih konja te njihovim međusobnim interakcijama. Prije početka primjene ovakvog načina treninga potrebno je detaljno proučiti osjetila konja te njegove prirodne reakcije poput straha, ljutnje itd. Nijedna metoda nema propisana pravila, već su dana načela kojih se potrebno pridržavati, a sam trening se prilagođava svakom konju ponaosob. Ove metode razvijaju se iz dana u dan i imaju sve više poklonika diljem svijeta, počevši od jahača rekreativaca pa sve do profesionalnih sportaša koji sudjeluju na natjecanjima poput Olimpijskih igara.

**Ključne riječi:** Natural Horsemanship, osjetila, etologija, trening

### Uvod

Dugoročno uvjerenje da su ljudska dominacija i podložnost konja ključ za uspješan trening te treniranje konja na način da „poštuje“ trenera vodi do zaključka da je sila često korištena u treningu konja. Mnogi konji reagirali su izbjegavanjem, otporom i udaranjem, što je ubrzo postalo i njihovo uobičajeno ponašanje. Nakon što više nisu bili u mogućnosti nositi se sa problematičnim ponašanjem svog konja, neki su treneri u prošlosti bili ohrabreni na korištenje grubih metoda i pomagala, dok su se drugi obratili takozvanim „dobrim konjarima“ (eng. „good horseman“), odnosno „šaptaču konjima“ (eng. „horse whisper“) da im pomogne u korekciji ponašanja konja. Takav pristup kao što imaju „dobri konjari“, vlasnici konja ili treneri često nisu sami mogli primijeniti zbog nedostatka razumijevanja ili pak, nemogućnosti primjene. Često se činilo da ti šaptači konjima primjenjuju magične načine rada sa konjima (šapću im) s kojima postižu impresivne rezultate, iako nisu imali previše motivacije za objašnjavanje vlastitih tehnika (Goodwin i sur., 2009.).

„Šaptači konjima“ kao što su Monty Roberts, Pat Parelli i ostali, predlažu svoje tehnike rada u okruglom manježu kao korisni te nježni inicijalni trening koji umanjuje stres i strah u mladim konja, ali i starijih konja, koji se nađu u nepoznatim situacijama (na primjer, ulazak u prikolicu za prijevoz konja). Osnovu njihova rada u okruglom manježu čini poznavanje ponašanja konja u krdu i njihova međusobna interakcija. Trener tjera konja od sebe sve dok konj ne počigne surađivati. Nakon toga, konju je dozvoljeno da priđe čovjeku, koji ga mazi i poziva da ga slijedi (Robertson, 2002.). Smatra se da je sedlanje konja puno lakše, sigurnije i nježnije nakon uspješnog rada sa zemlje nego što je to nakon tradicionalnog ujahivanja (Miller i Lamb, 2005.).

Cilj ovoga rada je prikazati neke metode treninga konja koje prate njihove urođene instinkte vladanja i u skladu s njima postižu željeni cilj treninga.

## Osjetila konja

Usprkos domestikaciji prije nekoliko tisuća godina, kao i intenzivnom selekcijskom radu u samom uzgoju, konji i dalje imaju vrlo izražena osjetila, kao i instinkte, te se sukladno njima i ponašaju. Prvenstveno, konj je lovina i u navali straha, instinkt mu nalaže bijeg. Na izvedbu određene radnje velik utjecaj ima i osjetljivost konja na okolišne čimbenike, jer osjetljiviji konji snažno reagiraju na nove podražaje i promjene u njihovom okruženju. Svako upoznavanje s novim predmetom ili situacijom, konja stavlja u odnos s ranijim iskustvima temeljem kojih pozitivno ili negativno procjenjuje novonastalu situaciju i sukladno tomu reagira (Tomić i sur., 2012.). Samo poznavanjem i uvažavanjem prirodnog ponašanja konja, temeljenog na osjetilima, može se postići kvalitetan odnos između konja i čovjeka koji vodi do opuštenog i kvalitetnog rada u kojem konj svojevrijedno iskazuje sav svoj potencijal. Ukoliko naučimo pravilno raspoznavati određene emocije i reagiramo sukladno s njom, automatski postajemo usklađeniji sa konjima (Čosić i sur., 2009.). Tijekom treninga s konjima na ovakav način bitno je dobro poznavanje vizualne i slušne percepcije konja.

## Monty Roberts

Monty Roberts, poznat još i kao čovjek koji sluša konje, živi jedan vrlo neobičan život. Iako se njegov jedinstveni rad proteže već kroz pet desetljeća, svjetsku pozornost dobio je tek sa nedavna tri događaja. Prvi je bio njegovo priznavanje od strane kraljice Elizabete II i prisvajanje njegovih metoda za trening i njegu kraljevskih konja. Drugi događaj je objavljivanje njegove autobiografije „The man who listens to horses“ (Roberts, 1997.), koja ubrzo postaje internacionalni best-seller. Uza sve navedeno, valja napomenuti i da je Monty uz vlastito troje, udomio još četrdeset sedmero djece. Roberts je osvojio brojne nagrade i dobio ogromnu svjetsku slavu te napisao tri knjige koje su dospjele na best-seller listu New York Timesa. Iako je u ozbiljnim godinama, i dalje ne staje, već provodi svoje turnee s ciljem širenja humanog i nenasilnoga pristupa radu s konjima. Monty je počeo slušati konje promatrajući ponašanje divljih konja u Nevadi, kada je imao samo trinaest godina. Tamo je poslan, kako bi okupio konje za Salinas Rodeo Association's Wild Horse Race. Međutim, on je satima promatrao međusobne interakcije divljih konja. Ubrzo je ustanovio da oni koriste uočljiv, učinkovit i predvidljiv govor tijela kako bi komunicirali, postavili granice, pokazali strah, relaksaciju ili naklonost. Kasnije se iz tog promatranja i navedenih zaključaka rodila metoda nazvana Join-up. Flag Is Up Farms mjesto je gdje Monty živi i radi, a ujedno, to je mjesto i odskočna daska za neke od svjetski najboljih konja. Dually halter, koji je osmislio Monty, patentirani je ular namijenjen za školovanje konja. Ular je dizajniran na način da efektivno nagrađuje konja, kada se ponaša partnerski prema treneru.

Uz Dually halter u svom radu Monty koristi još i lonže. Točnije, radi se o dvije lonže, svaka duljine približno 9 metara (Monty, 2013.). Riječ je o pamučnom užetu koje jahač drži na svojem laktu, njišući ga lijevo-desno, iza svojih nogu. Na taj način uže ulazi u periferni vid konja kao nešto opasno i potiče ga da ide unaprijed bez nanošenja fizičke boli.

## Join up

Promatrajući divlje konje, Monty je uočio njihovu neverbalnu komunikaciju, tihi jezik koji kasnije naziva „Equus“. Inkorporirao je Equus u svoju nenasilnu metodu rada nazvanu Join-up. Metoda koju je kreirao Monty, Join-up, predstavlja način na koji treba uvjeriti konja - životinju koja

po svojoj prirodi bježi od svih predatora, uključujući i čovjeka - da dobrovoljno pristupi i traži društvo čovjeka trenera (Miller, 2000.). Join-up omogućuje trenerima da umanje reakciju straha mladih konja prema novim situacijama (Krueger, 2008., cit. Rivera i sur., 2002.). Baza rada u okruglom manježu je razumijevanje ponašanja konja (Krueger, 2008., cit. Sighieri i sur., 2003.). Neukroćeni konj ulazi u okrugli manjež polumjera otprilike 15 metara. Konj koji ne surađuje sa trenerom na zemlji, bit će tjeran, sve dok ne počne odgovarati osobi sa izvjesnim signalima.

Stajanjem u centru, gledajući konja oči u oči i držeći uspravno ramena, oba neverbalna znaka, trener govori konju da „odlazi dalje“ (Miller, 2000.). U početku, konj trči uz sam rub manježa, a trener ga tjera od sebe. Nakon što konj počinje uviđati da se ništa loše, poput boli, straha, pa čak niti povišenog tona, ne događa, počinje „Equus“. Ovaj proces Krueger (2007.) opisuje u 5 faza: Faza 1. Konj je uveden u manjež, otkopčan je povodac sa ulara i može istraživati poznati okoliš. Ne slijedi trenera spontano. Faza 2. Trener otjera konja od sebe. Konj galopira u krug oko trenera i okreće svoje unutarnje uho prema njemu/njoj. Faza 3. Konj reducira promjer kruga u kojem trči oko trenera. Faza 4. Galopirajući, konj počinje lizati i žvakati, i istezati svoju glavu i grlo prema dolje. Lizanje i žvakanje kao i istezanje glave i grla proučavani su u detalje u galopirajućeg konja. Kontinuirano lizanje i žvakanje broji se kao jedan od znakova, ali ukoliko je taj pokret bio prekinut nekoliko sekundi, brojio se kao dva znaka. Istezanje glave i grla prema dolje brojilo se kada su usta konja bila spuštena ispod razine ramena ili niže. Faza 5. Trener okreće svoja leđa konju. Konj usporava, staje, okreće se prema treneru, liže i žvače, i slijedi trenera u svim smjerovima. Kada počinje oklijevati, bit će lagano pritisnut u slabine, tako da se počinje povlačiti uzduž trenera. Join-up se smatra završenim kada konj prati trenera u bilo kojem smjeru na udaljenosti od 1 do 2 metra u razdoblju od deset minuta. „Gledao sam gospodina Robertsasa kako postiže taj moment join-upa sa svježim, neukroćenim konjima u nekoliko minuta“ (Miller, 2000.).

## **Nevzorov Haute Ecole**

Alexandar Nevzorov, osnivač ove metode rada sa konjima vrlo je kontroverzna osoba. U potpunosti se protivi konjičkim sportovima. Prolog svoje knjige, *The horse crucified and risen*, Nevzorov (2011.) započinje objašnjavanjem kako je siguran da za one koji se bave sportskim jahanjem, kasačkim trkama, galopskim trkama, vožnjom zaprega i vole svoju profesiju ili hobi, nema smisla čitati, pa čak ni otvarati njegovu knjigu. Važno je napomenuti da je nekad i sam trenirao visoku dresuru. Uz pomoć svoje žene osmislio je Nevzorov Haute Ecole.

Osnovni cilj Nevzorov Haute Ecole je ne gledati konja kao sredstvo transporta ili pak izvor zabave, već gledati na njega kao sebi jednako živo biće. Svi njegovi učenici moraju proći tečajeve vezane uz anatomiju konja. Svrha Nevzorove škole je naučiti elemente haute école, odnosno visoke dresure i školske skokove poput capriola, levade, ballotade i drugih, bez jahača. U radu sa konjem po Nevzorovoj metodi strogo je zabranjeno korištenje pomagala poput mamuza, žvala pa čak i dizgina, zbog njihova štetnog djelovanja na zdravlje konja. Jedino što je dopušteno u radu sa konjem je opušteni povodac oko vrata zvan „Cordeo“. Mišljenje škole je da je konj sposoban izraziti svoje osjećaje i psihološke potrebe (Griffin, 1984.). Psihološko i mentalno zdravlje konja zauzima vrlo važnu ulogu u Nevzorov Haute Ecoleu. Međusobno povjerenje i poštovanje stječe se tijekom igre i pomoću psihološke snage koja se dobiva putem nekoliko vježbi. Cjelokupna metoda temelji se na međusobnom razumijevanju i prijateljstvu. Putem različitih DVD-ova govori se kako za postizanje dresurnih figura nije potrebna dominacija i predstavlja se nova metoda treninga. Glavni fokus metode je zdravlje konja, pa je upravo zbog toga 2010. godine odbačeno i jahanje. Istraživanja Lydie Nevzorove pokazala su kako masa jahača izuzetno narušava miškulaturu leđa konja i iritira živce unutar kralježnice.

## Horse Agility

Agility je disciplina koja je vrlo dobro poznata svim trenerima pasa, međutim, u svijetu konja, Agility predstavlja novu i neistraženu disciplinu. Naime, radi se o disciplini u kojoj se uz pomoć primjerene vještine rada s konjem, partnersku komunikaciju i maštu svladavaju različite prepreke. Disciplina je usko povezana sa Natural Horsemanshipom, poglavito sa Parelli metodama. Horse Agility je i prva međunarodna natjecateljska konjička disciplina koja nagrađuje odnos i komunikaciju, a ne isključivo rezultat, pri čemu je usmjerena samo na rad s tla. Na službenim stranicama internacionalnog Horse Agility (International Horse Agility Club, 2013.), tvrde: da se pomoću navedene discipline izgrađuje vrlo bliska veza sa konjem; da pomaže konju u konstruktivnom razmišljanju; da pomaže i vlasniku konja da se upozna sa istomišljenicima koji vide i druge potencijale u svom konju, osim onog sportskog; da s obzirom na strukturu natjecanja uvijek postoji prostor za učenje i napredak. Hrvatska udruga Horse Agility osnovana je 2012. godine s ciljem poticanja ljubavi prema konjima i etičkih vrijednosti u aktivnostima vezanim uz konje. Udrugu je osnovala nekolicina entuzijasta sa ciljem promicanja Natural Horsemanshipa, odnosno ravnopravnog odnosa čovjeka sa konjem, ali i promicanje kvalitete u konjogojstvu. Oprema koja se koristi u Agilityu je vrlo oskudna. Konju je potreban samo ular, bilo koje vrste i povodac duljine 3 do 5 metara kako bi se konj mogao slobodno kretati. Što se vodiča tiče, pravila su još i jednostavnija. Za odjeću nema nikakvih prepreka, bitno je da bude udobna, dok je nošenje kacige na treninzima svojevoljno, a tijekom natjecanja obavezno. Što se terena tiče, on mora biti ograđen, a podloga ne smije biti klizava. Prepreke su proizvod mašte, što maštovitija prepreka - to bolje. Jedino pravilo je da prepreka mora biti sigurna za konja.

## Zaključak

Trening konja nužan je kod mladog i starog konja, čiji pristup, intenzitet i rad treba biti individualan. Čovjek se od davnina bavi treningom konja. Kroz vrijeme mijenjali su se pristupi i rad s njima, ali uvijek je u fokusu bila životinja. Danas postoji čitav niz opisanih i utemeljenih metoda treninga, među kojima i „Natural Horsemanship“. Pristup je to treningu čiji su temelji ponašanja konja u divljini i njegovi instinkti, ustvari, temelj rada trenera u željenom smjeru. Ponašanje konja tijekom takvoga rada nudi niz mogućnosti za znanstvena istraživanja koja se bave promatranjem ponašanja konja, a koje je, inače, teško za istražiti.

## Napomena

Rad je izvod iz završnog rada studenta Petra Levaka pod nazivom „Primjena prirodnih metoda treniranja konja (Natural Horsemanship)“, obranjenog 17. rujna 2014. na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku.

## Literatura

1. Čosić, E., Baban, M., Sakač, M., Antunović, B. (2009): Psihološke karakteristike konja. 1.Međunarodni simpozij o konjičkoj industriji i 3. Hrvatski simpozij o lipicanskoj pasmini, Zbornik radova, br. 3., 130-134, ISSN 1847-4608.
2. Goodwin, D., McGreevy, P., Waran, N., McLean, A. (2009): How equitation science can elucidate and refine horsemanship techniques. The Veterinary Journal. Volume 181, Issue 1, str. 5–11.
3. Griffin, D. R., (1984): Animal Thinking. Press of University of Harvard, str. 163.
4. Krueger, K. (2007): Behaviour of Horses in the "Round Pen Technique". Applied Animal Behaviour Science. Volume 104, Issues 1-2, str. 162-170.

5. Krueger, K. (2008): Social Ecology of Horses. Applied Animal Behaviour Science. Volume 104, Issues 1-2, str. 162-170.
6. Miller, R. M., Lamb, R. A. (2005): The revolution in horsemanship and what it means to mankind. The Lyons Press, Guilford, Connecticut.
7. Miller, W. R. (2000): Behavioural and Cognitive Psychotherapy. Cambridge University Press, United Kingdom, str. 285–292.
8. Monty, R. (2013). Equipment, [www.montyroberts.com](http://www.montyroberts.com), (1.12.2013.).
9. Nevzorov, A. (2011): The horse crucified and risen. Nevzorov Haute Ecole, 8-10.
10. Roberts, M. (1997): The man who listens to horses: The story of a real-life horse whisperer. Random House, New York.
11. Robertson, M. (2002): The Man Who Listens to Horses: The Story of a Real-Life Horse Whisperer. Balantine Books, USA.
12. International Horse Agility Club (2013): Introducing The International Horse Agility Club, <http://www.thehorseagilityclub.com>, (1.12.2013.).
13. Tomić, M., Ramljak, J., Ivanković, A. (2012): Upravljanje osjetilnom percepcijom konja. Stočarstvo 66:2012, str. 303-316.

## The Application of Natural Methods in Training horses (Natural Horsemanship)

### Abstract

Natural Horsemanship is an English name that means training the horse on natural principles. All methods within the Natural Horsemanship are based on observations of the behaviour of wild horses and their interactions. Before the start of this method of training is necessary to thoroughly study the senses horse and his natural reactions such as fear, anger, etc. Neither method has no prescribed rules already on the principles that should be followed, and the training is adapted to each horse individually. These methods are being developed every day and have more fans around the world starting with the rider amateurs up to professional athletes who participate in competitions such as the Olympics.

**Key words:** Natural Horsemanship, senses, ethology, training

# Effect of age at first calving, farm and calving season on milk production traits in Holstein cows in first lactation

Žika Šoronja, Draško Ivanović, Ljuba Štrbac, Miroslav Plavšić,  
Snežana Trivunović, Tomica Šoškić

*Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 8, Novi Sad, Serbia, email:  
zika.soronja@stocarstvo.edu.rs*

## Abstract

Rearing replacement heifers requires significant economic investments, while cost reduction can be achieved by shortening rearing period. Contrary, reducing age at first calving (AFC) may negatively affect the future milk production. The goal of this study was to evaluate the correlation between AFC, farm and calving season and milk production traits (milk yield, milk fat and milk protein content) in first lactation (305 days). Data were collected in Vojvodina, Serbia, by Main breeding organization (Faculty of Agriculture in Novi Sad, Department of Animal Science) and refer to 2014. After editing a total of 999 results of Holstein Friesian cows in free-stall housing were analysed using the software Statistica version 12. Results showed that there were no statistically significant effects of AFC and calving season ( $p > 0.05$ ) on studied productive traits. All production traits were significantly affected by farm ( $p < 0.01$ ). Results suggest that genetic and/or management differences between farms were having a greater influence on milk production traits than AFC. Therefore, reduction of AFC by simultaneously management and heifer's genetic improvement might be an efficient strategy for increasing the dairy production profitability.

**Key words:** age at first calving, milk production traits, first lactation, calving season, the impact of farm, Holstein cows

## Introduction

Rearing replacement heifers requires significant economic investments, that start to return after heifer's introduction into the milking herd. On Dutch farms, the total rearing costs vary between \$ 1.800 and \$ 2.200 per heifer. Lower AFC reduces rearing costs per heifer per month for \$ 51 to \$ 116 (Mohd et al., 2012.). Contrary, reducing AFC may adversely affect the future milk production (Hare et al., 2006.).

As the AFC is function of age (body weight – BW, growth rate) at breeding and reproductive efficiency of animals which are heavily influenced by the management, one should know which management factors (nutrition, health care, housing, etc.) affect AFC to prevent adverse effects of delay and the premature breeding and first calving.

The goal of this study was to evaluate the correlation between AFC, farm and calving season and milk production traits in first lactation. AFC recommendation is 22-24 months (mo) and heifers BW 80-85 % of mature body weight (550-600 kg).

## Materials and methods

Data were collected in Vojvodina, Serbia, by Main breeding organization (Faculty of Agriculture in Novi Sad, Department of Animal Science) and refer to 2014. After editing a total of 999 first lactation (305 days) milk yield, milk fat and protein content of Holstein Friesian cows in free-stall housing were analysed using the software Statistica version 12 (StatSoft, 2014.). First lactation duration below 200 d were ignored. The effects of fixed factors obtained by using ANOVA - main effect analysis, included AFC (5 groups: < 24 mo, 24-25, 26-27, 28-29, > 29 mo), farms (9), and calving season (4 levels: I- January, February, March; II - April, May, June; III - July, August, September; IV – October, November, December).

Number of animals per AFC group data is shown in Table 1.

Table 1. Classification of animals by age at first calving and first parity

AFC, mo	< 24	24-25	26-27	28-29	> 29
FL number	108	389	261	130	111

AFC, mo – age at first calving (in months); FL number – first lactation (parity; number of animals)

The effects of AFC, farm and calving season were determined as fixed variables and were included in the following model:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + Se_j + A_k + e_{ijk}$$

Where  $Y_{ijk}$  is phenotypic value of traits,  $\mu$  is overall mean,  $F_i$  is fixed effect of farm,  $Se_j$  is fixed effect of calving season,  $A_k$  is age at first calving,  $e_{ijk}$  is uncontrolled effects (random error).

## Results and discussion

Observed variation in AFC can be attributed to differences in age at first insemination as a result of farm management and/or poor growth rate, or it may be primarily related to heifer fertility.

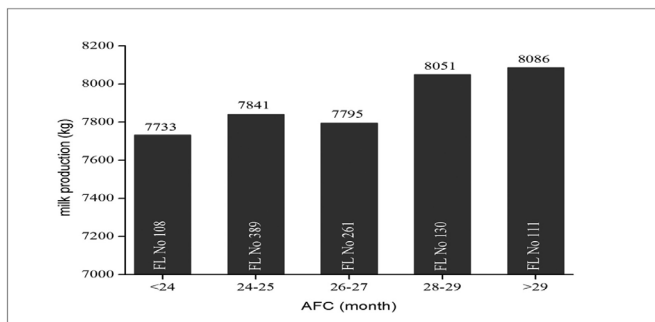
The mean AFC for all 999 cows (Table 2.) was 26 months in the range of 18 to 33 months.

First lactations data are shown in Table 2.

Table 2. First parity data (n = 999)

Traits	Mean	Min	Max	SD	CV	$\sigma_x$
AFC, month	26	18	33	2.49	9.53	0.08
Milk, kg	7872	3509	12412	1422.56	18.07	45.01
Milk fat, %	3.70	2.57	4.89	0.38	10.31	0.01
Protein, %	3.22	2.69	3.76	0.18	5.54	0.005

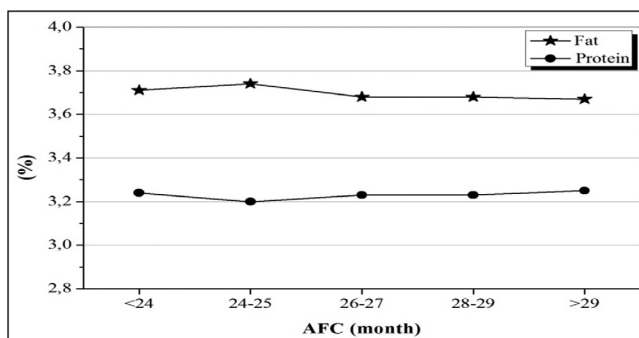
The effect of AFC on milk yield is shown in Graph 1.



Graph 1. Effect of age at first calving on milk yield at first parity

It was observed that effect of AFC on milk yield was greatest in animals over the age of 29 months at first calving (Graph 1). Generally, delay of the start of first lactation leads to increased milk production and that trend has been confirmed in literature (Lin et al., 1986.).

The effect of age at first calving on milk fat and protein percentage is shown in Graph 2.



Graph 2. Effect of age at first calving on milk fat and protein percentage

According to the obtained results we can see the difference in the fat and protein percentage in the group of animals of AFC 24-25 months. From 26 to 29 mo of AFC, protein percentage was slightly increased, but there was improvement by more than 0.01%. Highest milk fat content was in the 24-25 months of AFC group and protein content in the > 29 mo AFC group (Graph 2.).

Results of ANOVA analyses are shown in the Table 3.

Table 3. Results of ANOVA analyses

Effect	df	F - values		
		Milk, kg	Milk fat, %	Protein, %
Farm	8	32.78**	69.65**	17.2**
Calving season	3	1.61 <sup>NS</sup>	2.29 <sup>NS</sup>	1.7 <sup>NS</sup>
AFC	4	1.16 <sup>NS</sup>	1.45 <sup>NS</sup>	1.0 <sup>NS</sup>
R <sup>2</sup>		0.23	0.37	0.14

\*\* p<0.01; <sup>NS</sup> p>0.05;



There were no statistically significant effects of AFC and calving season ( $p > 0.05$ ) on milk yield, milk fat and protein content, which was in accordance with other studies (Cook et al., 2013.). Contrary, some authors have reported that milk yields were higher ( $p < 0.001$ ) in older animals at first calving (Ettema and Santos, 2004). All traits were significantly affected ( $p < 0.01$ ) by farm, in accordance with a general consensus that the farm is a major source of variability (Mohd et al., 2013.). Results suggest that genetic and/or management differences between farms were having a greater influence on yield than AFC.

The majority of dairy farmers aims to inseminate they Holstein heifers at 14 to 15 months of age, thus the desired AFC is 23-24 months. Most countries however, reported AFC more than 24 months (Gergovska, 2011.), and only 14.6 % of dairy farms in the United States achieved an average of  $\leq 25$  AFC months (Losinger and Heinrichs, 1997.). Further, AFC averaged 25.8 months in Ireland (Evans et al., 2006.), 28.1 months in Italy (Pirlo et al., 2000.) and 28.4 months in Sweden (Schneider et al., 2006.).

## Conclusion

Age at first calving wasn't found to be associated with observed milk production traits in first lactation (305 days). All production traits were significantly affected by farm indicating that genetic and/or management differences between farms were having a greater influence on yield than AFC. Therefore, reduction of AFC by simultaneously management and heifer's genetic improvement might be an efficient strategy for increasing the dairy production profitability.

## Literature

1. Cooke, S., J., Cheng, Z., Bourne, N. E., Wathes, D. C. (2013): Association between growth rates, age at first calving and subsequent fertility, milk production and survival in Holstein-Friesian heifers. *Open Journal of Animal Sciences*, 3 (1), 1-12.
2. Ettema, J. F., Santos, J. E. P. (2004): Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity Holsteins on commercial farms. *Journal of Dairy Science*, 87, 2730–2742.
3. Evans, R. D., Wallace, M., Garrick, D. J., Dillon, P., Berry, D. P. Olori, V. (2006): Effects of calving age, breed fraction and month of calving on calving interval and survival across parities in Irish spring-calving dairy cows. *Livestock Science*, 100, 216-230.
4. Gergovska, Z. (2011): Effect of the age at first calving on test day production traits in black-and-white cows. *Agricultural science and technology*, 3 (2), 67–72.
5. Hare, E., Norman, H. D. Wright, J. R. (2006): Trends in calving ages and calving intervals for dairy cattle breeds in the United States. *Journal of Dairy Science*, 89, 365- 370.
6. Lin, C. Y., McAllister, A. J., Batra, T. R., Lee, A. J., Roy, G. L., Vesely, J. A., Wauthy, J. M., Winter, K. A. 1986. Production and reproduction of early and late bred dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 69, 760-768.
7. Losinger, W. Heinrichs, A. (2000): An analysis of age and body weight at first calving for Holsteins in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*, 32, 193-205.
8. Mohd Nor, N., Steeneveld, W., Mourits, M. C. M., Hogeveen H. (2012): Estimating the costs of rearing young dairy cattle in the Netherlands using a simulation model that accounts for uncertainty related to diseases. *Preventive Veterinary Medicine*, 106, 214–224.
9. Mohd Nor, N., Steeneveld, W., van Werven T., Mourits, M. C. M., Hogeveen H. (2013): First-calving age and first-lactation milk production on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 96, 981–992.
10. Pirlo, G., Miglior, F., Speroni, M. (2000): Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk returns and rearing costs in Italian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 83, 606-608.

11. Schneider, M. P., Strandberg, E., Emanuelson, U., Grandinson, K., Roth, A. (2007): The effect of veterinary-treated clinical mastitis and pregnancy status on culling in Swedish dairy cows. *Preventative Veterinary Medicine*, 80, 179-192.
12. StatSoft (2014): Statistica - version 12.

## Utjecaj starosti pri prvom teljenju, farme i sezone teljenja na proizvodne osobine mliječnosti Holstein krava u prvoj laktaciji

### Sažetak

Uzgoj junica za remont stada zahtjeva značajna ekonomska ulaganja, a smanjenje troškova se može postići skraćivanjem perioda uzgoja. S druge strane, smanjenje starosti pri prvom teljenju (eng. age at first calving - AFC) može negativno utjecati na buduću proizvodnju mlijeka. Cilj ovog rada je bio procijeniti povezanost između AFC, farme i sezone teljenja i proizvodnih osobina (prinos mlijeka, sadržaj mliječne masti i proteina) u prvoj laktaciji (305 dana). Podaci su prikupljeni na području Vojvodine, Srbija, od strane Glavne uzgajivačke organizacije (Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, Departman za stočarstvo) i odnose se na 2014. godinu. Nakon sređivanja podaci za 999 Holstein krava u slobodnom načinu držanja analizirani su programom Statistica 12. Rezultati su pokazali da nema statistički značajnog utjecaja AFC i sezone teljenja ( $p > 0,05$ ) na promatrane proizvodne osobine. Utjecaj farme na sve proizvodne osobine bio je statistički visoko značajan ( $p < 0,01$ ). Rezultati ukazuju da su genetske i/ili razlike u menadžmentu između farmi imale veći utjecaj na proizvodne osobine nego AFC. Dakle, smanjenje AFC uz istovremeno unapređenje menadžmenta i genetskog potencijala junica može biti učinkovita strategija za povećanje profitabilnosti proizvodnje mlijeka.

**Ključne riječi:** starost pri prvom teljenju, proizvodnja mlijeka, prva laktacija, sezona teljenja, utjecaj farme, Holstein krave

## Razvoj proteomike i njezina primjena u svinjogojstvu

Kristina Gvozdanović<sup>1</sup>, Antonela Špehar<sup>1</sup>, Vice Čuljak<sup>2</sup>, Vladimir Margeta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1 d, Osijek, Hrvatska, e-mail: kbudimir@pfos.hr*

<sup>2</sup>*Ministarstvo poljoprivrede, Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane, Veterinarski ured Osijek, Trg Lava Mirskog 3, Osijek, Hrvatska*

### Sažetak

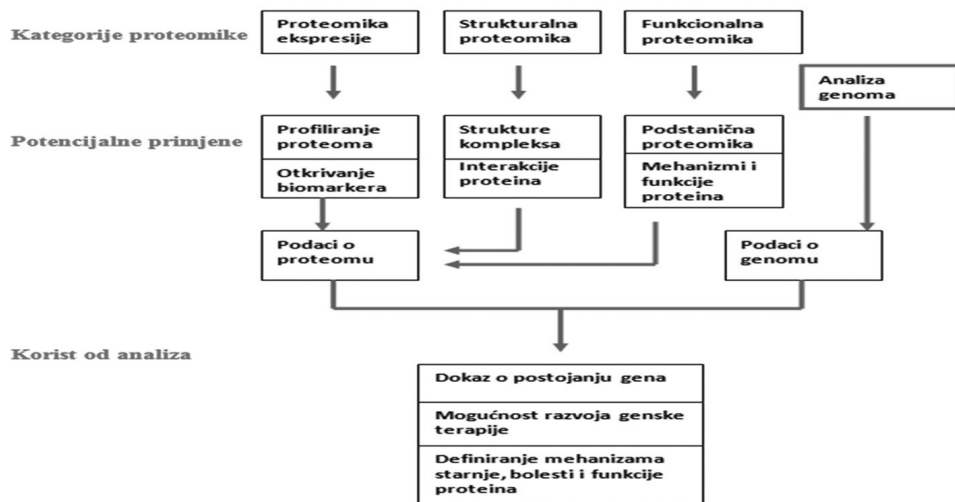
Primjena proteomike i ostalih post genomskih alata vodi boljem razumijevanju kompleksnih bioloških sustava koji imaju utjecaj na fiziološke procese te pojavu patoloških procesa kod domaćih životinja i čovjeka. Proteomika je znanstvena disciplina koja se bavi proučavanjem proteina, tj. nositelja svih bioloških funkcija u organizmu. Ona povezuje biologiju, kemiju te informatiku. Važnost i primjena saznanja iz proteomike očituje se u razumijevanju i mogućnosti primjene dijagnostičkih mjera protiv mnogih bolesti koje se mogu javiti kod ljudi. Proteomika omogućava proučavanje ekspresije proteina, interakcije između proteina te pojavu posttranslacijskih modifikacija. Promjene u ekspresiji i stabilnosti staničnih proteina mogu dovesti do pojave patoloških stanja. Proteom je skup svih proteina, a zadaća proteomike je praćenje statusa proteoma s obzirom na vrstu tkiva, stanje bolesti ili razvojno stanje organizma. Svinja je vrlo slična ljudima u pogledu anatomije, fiziologije i genetike. Ona je dobar model za biomedicinska istraživanja s aspekta razumijevanja pojave i razvoja bolesti kod ljudi.

**Ključne riječi:** proteomika, proteom, svinja, biomedicinska istraživanja

### Proteomika

Proteini sudjeluju u mnogim biološkim procesima kao što su izgradnja staničnih struktura, reguliranje kemijskih reakcija te mehanizmi obrane organizma od patogena. Proteomika se bavi analizom kompleksnih proteinskih struktura. Njezin primarni cilj nije kvantifikacija i karakterizacija pojedinačnih proteina. Analiziranjem velikog broja proteina moguće je objasniti kako stanica reagira te odgovara na promjene iz svoje okoline, odnosno objašnjava se dinamičnost djelovanja stanice. Primjenama proteomske analize moguće je identificirati potencijalne promjene proteinske ekspresije, interakcije između proteina te njihove modifikacijske promjene (Aebersold i sur., 2000.). Proteomika se klasificira u tri razreda, a to su funkcionalna, strukturalna i ekspresijska proteomika. Funkcionalna proteomika ima za cilj analizirati proteine važne za normalno funkcioniranje stanica te na taj način objasniti organizaciju stanica na molekularnoj razini. Glavna zadaća strukturalne proteomike je objašnjavanje strukture proteinskih kompleksa ili proteina prisutnih u stanicama. Ovim pristupom je moguće objasniti proteinske komplekse u mitohondrijima ili interakcije proteina u transkriptomima. Primjenom metoda ekspresijske proteomike kvantificiraju se proteinske ekspresije između uzoraka unutar cijelog proteoma ili podjedinica proteoma. Ovim pristupom moguće je identificirati nove biomarkere. Primjenom

različitih podtipova proteomike želi se identificirati proteine te stvoriti mape proteina te odrediti njihov položaj u stanicama organizma (Lau i sur., 2003.).



Slika 1. Kategorije, primjena te korist od proteomskih analiza (Lau i sur., 2003.)

Metode koje se koriste pri analizi proteoma moraju biti visoko rezolucijske metode (Lescuyer i sur., 2007.). Dva su pristupa analize proteoma, a to su metoda dvodimenzionalne gel elektroforeze te metoda masene spektrometrije koje dolaze u kombinaciji s kromatografskim metodama. Usporedbom različitih metoda i pristupa u analizi proteoma mogu se uočiti značajne razlike u dobivenim rezultatima. U nekim slučajevima primjena različitih pristupa analize istih uzoraka rezultirat će identifikacijom različitih podsetova proteina (Hunzinger i sur., 2006.). Klasična dvodimenzionalna elektroforeza temelji se na izoelektričnom fokusiranju te dvodimenzionalnoj natrij-dodecilsulfat poliakrilamid gel elektroforezi. Na ovaj način moguće je odrediti izoelektričnu točku proteina te njegovu molekularnu masu. Metodu su razvili O'Farrell i Klose 1975. godine. Prednosti korištenja ove metode su mogućnost brze analize velikog broja proteina kao i analiza proteinskih izoforma (Hille i sur., 2001.). Napredak u analizi proteoma omogućili su uspjesi u području istraživanja genoma te razvoj i komercijalizacija masene spektrometrije. Uređaji za masenu spektrometriju su postali precizniji uz veću osjetljivost i rezoluciju. Prednost korištenja masene spektrometrije kao metode u proteomici je njezina osjetljivost. Ovom metodom moguće je detektirati peptide reda veličine od  $10^{-15}$  do  $10^{-18}$  (Urban i sur., 2010.). Osim toga, za provođenje analize nije potrebna velika količina uzorka. Postoji veliki broj različitih masenih spektrometara čiji se princip rada neznatno razlikuje no ipak dovodi do identifikacije proteina.

## Svinja kao biomedicinski model

Tijekom zadnjih godina, svinja kao domaća životinja je postala važan model koji se koristi u biomedicinskim istraživanjima. Obzirom na fiziologiju i anatomiju, ona je vrlo slična čovjeku te je to jedan od razloga zbog kojih je svinja najprikladnija za provođenje takvog tipa istraživanja. Osim toga, svinje je vrlo lako uzgojiti te postoji veliki broj različitih genotipa i fenotipova dostupnih za provođenje istraživanja (Vodnicka i sur., 2005.). Nedostatak u korištenju svinja kao bioloških

modela predstavlja veličina njihovog tijela, no prednosti su u broju životinja koji se uzgoji svake godine te mogućnost provođenja biopsije i post mortalnih analiza na uzorcima tkiva (den Hartog, 2004.).

### **Primjena proteomskih analiza u reprodukciji svinja**

Kontroliranje reprodukcije otvara mogućnost prema smanjivanju širenja i pojave spolno prenosivih bolesti unutar populacije, čuvanju genetskog materijala te kontroliranju veličine populacije. Primjena proteomike u reprodukciji svinja je značajna. Huang i sur. (2005.) su identificirali proteine u testisima nerasta koristeći dvodimenzionalnu elektroforezu i matricom potpomognutu lasersku desorpciju/ionizaciju baziranu na identifikaciji proteina. Proteini izraženi u testisima životinja mogu pružiti vrijedne informacije o reproduktivnoj disfunkciji nerastova. U testisima su u velikoj mjeri ekspimirani isoenzimi, citoskelski proteini, produkti protoonkogeneze, transkripcijski faktori i cAMP regulirane kinaze koji imaju važnu ulogu u procesu spermatogeneze. Belleannee i sur. (2011.) proveli su istraživanje kojim su željeli dokazati promjene proteina tijekom posttestikuralne diferencijacije. Ovaj tip proteina ima veliki značaj tijekom procesa oplodnje jajne stanice. Primjenom metoda proteomike identificirali su skupine proteina koje imaju važnu ulogu u diferencijaciji spermija, kao što su angiotenzin konvertirajući enzim, aldoza reduktaza, peroksiredoksin te proteini toplinskog šoka. Novak i sur. (2010.) željeli su utvrditi povezanost između proteina sjemene plazme i pojave neplodnosti kod nerastova. Organske i anorganske komponente sjemene plazme utječu na kvalitetu sjemena, dok proteini koji se nalaze u njoj imaju važnu ulogu tijekom procesa kapacitacije spermija i oplodnje (Foxcroft i sur., 2008.). Glavni glikoprotein sjemene plazme (PSP-1) posjeduje imunoregulatornu ulogu te može spriječiti preranu kapacitaciju spermija. AWN-1 protein, odnosno protein koji pripada porodici spermahezina, utječe na vezujuću aktivnost *zone pellucida* te ima ulogu u procesu kapacitacije. Uloga navedenih proteina je promjena strukture plazma membrane spermija što utječe na aktivnost spermija i proces oplodnje.

### **Primjena proteomskih analiza u održavanju zdravlja svinja**

Proteomske analize i biomarkeri vrlo su važan alat u ranom dijagnosticiranju bolesti domaćih životinja. Svinjski respiratorni i reproduktivni sindrom (PRRS) (Gao i sur., 2004., Lu i sur., 2015.) te multisistematski sindrom slabljenja nakon odbića (PMWS) (Kekarainen i sur., 2005., Ren i sur., 2014.) dovode do visoke stope mortaliteta prasadi te uzrokuju smanjivanje stope rasta. Za provođenje analize mogu se koristiti uzorci mlijeka i krvnog seruma. Miller i sur. (2009.) proveli su istraživanje na uzorcima krvne plazme iz koje su identificirali 27 regulatornih proteina povezanih s pojavom infekcija kod svinja. Neki od identificiranih proteina pripadali su skupini proteina akutne faze poput albumina, heptoglobina, hemopeksina, apolipoproteina A-I. Prasad po rođenju nema u potpunosti razvijen gastrointestinalni sustav. Obzirom na to da je potrebno određeno vrijeme za njegov razvoj, razdoblje od rođenja do odbića predstavlja razdoblje tijekom kojeg se događa najveći postotak mortaliteta te označava najosjetljiviju fazu u cijelom proizvodnom procesu svinjogojoske proizvodnje. Wang i sur. (2010.) proveli su istraživanje kojim su željeli pokazati povezanost između smanjenog razvoja interstinalnog sustava te proteoma tankog crijeva, skeletnih mišića i jetre. Prasad koja pokazuje usporen i smanjen razvoj probavnog sustava ima veću mogućnost uguinuća prije faze odbića, te pokazuje smanjenu učinkovitost usvajanja nutrijenata iz krmiva. Rezultati proteomske analize ukazali su na postojanje 59 diferencijalno ekspimiranih proteina u tankom crijevu koji su povezani s intestinalnim rastom i razvojem. Osim toga, istraživanjem je utvrđen veći sadržaj proteina i enzima povezanih s oksidativnim stresom, degradacijom proteina i apoptozom. Utvrđen je i veći sadržaj proteina važnih

za transport nutrijenata, energetski metabolizam te održavanje staničnih struktura. Danielsen i sur. (2011.) u svom su istraživanju primjenom metoda proteomske analize željeli pokazati utjecaj proteina kolostruma na razvoj gastrointestinalnog sustava. Rezultati istraživanja pokazuju da su neki proteini kolostruma zaštićeni od proteolitičkog djelovanja u želucu te da se proteini koji imaju antimikrobno ili imunostimulacijsko djelovanje lakše usvajaju u tankom crijevu u odnosu na kazein  $\beta$ -laktoglobulin.

## Zaključak

Razvoj i primjena novih metoda analize genoma i proteoma utjecali su na unaprjeđenje svinjogojске proizvodnje. Iako se uzgoj domaćih pasmina svinja temeljio na fenotipskim karakteristikama, današnjim razvojem genomskih analiza dogodio se zaokret koji je omogućio uzgoj i proizvodnju genetskog materijala s obzirom na to što je tržište u danom trenutku zahtijevalo. Proteomske analize uspješno su implementirane s ciljem optimizacije produktivnosti na farmama te ostvarivanja ekonomske dobiti. U pogledu korištenja svinja kao biomedicinskih modela, razvojem proteomskih analiza one će dobiti na još većem značenju. Budući napredak u razvoju proteomike omogućiti će analiziranje većih populacija domaćih životinja, bolje razumijevanje bioloških mehanizama koji se odvijaju u organizmu, a s obzirom na razvoj specifičnih metoda dovesti će do lakšeg otkrivanja specifičnih biomarkera.

## Literatura

1. Aebersold, R., Rist, B., Gygi, S. P. (2000): Quantitative proteome analysis: methods and applications. *Annals of the New York Academy of Sciences* 919(1): 33-47.
2. Belleanne, C., Belghazi, M., Labas, V., Teixeira-Gomes, A. P., Gatti, J. L., Dacheux, J. L., Dacheux, F. (2011): Purification and identification of sperm surface proteins and changes during epididymal maturation. *Proteomics* 11(10): 1952-1964.
3. Danielsen, M., Pedersen, L. J., Bendixen, E. (2011): An in vivo characterization of colostrum protein uptake in porcine gut during early lactation. *Journal of proteomics* 74(1): 101-109.
4. den Hartog, L. (2004): Developments in global pig production. *Adv Pork Prod* 215: 17-24.
5. Foxcroft, G. R., Dyck, M. K., Ruiz-Sanchez, A., Novak, S., Dixon, W. T. (2008): Identifying useable semen. *Theriogenology* 70: 1324-1336.
6. Gao, Z. Q., Guo, X., Yang, H. C. (2004): Genomic characterization of two Chinese isolates of porcine respiratory and reproductive syndrome virus. *Archives of virology* 149(7): 1341-1351.
7. Hille, J. M., Freed, A. L., Wätzig, H. (2001): Possibilities to improve automation, speed and precision of proteome analysis: A comparison of two-dimensional electrophoresis and alternatives. *Electrophoresis*, 22(19): 4035-4052.
8. Huang, S. Y., Lin, J. H., Chen, Y. H., Chuang, C. K., Lin, E. C., Huang, M. C., Sun, H. F. S., Lee W. C. (2005): A reference map and identification of porcine testis proteins using 2-DE and MS. *Proteomics* 5: 4205-4212.
9. Hunzinger, C., Schratzenholz, A., Poznanović, S., Schwall, G. P., Stegmann, W. (2006): Comparison of different separation technologies for proteome analyses: isoform resolution as a prerequisite for the definition of protein biomarkers on the level of posttranslational modifications. *Journal of Chromatography A* 1123(2): 170-181.
10. Kekarainen, T., Sibila, M., Segalés, J. (2006): Prevalence of swine Torque teno virus in post-weaning multisystemic wasting syndrome (PMWS)-affected and non-PMWS-affected pigs in Spain. *Journal of general virology* 87(4): 833-837.
11. Lau, A. T., He, Q. Y., Chiu, J. F. (2003): Proteomic technology and its biomedical applications. *Acta biochimica et biophysica sinica-chinese* 35(11): 965-975.

12. Lescuyer, P., Hochstrasser, D., Rabilloud, T. (2007): How shall we use the proteomics toolbox for bio-marker discovery?. *Journal of proteome research* 6(9): 3371-3376.
13. Lu, W. H., Tun, H. M., Sun, B. L., Mo, J., Zhou, Q. F., Deng, Y. X., Ma, J. Y. (2015): Re-emerging of porcine respiratory and reproductive syndrome virus (lineage 3) and increased pathogenicity after genomic recombination with vaccine variant. *Veterinary microbiology* 175(2): 332-340.
14. Miller, I., Wait, R., Sipos, W., Gemeiner, M. A. (2000): Proteomic reference map for pig serum proteins as a prerequisite for diagnostic applications. *Res Vet Sci* 86: 362-7.
15. Novak, S., Ruiz-Sánchez, A., Dixon, W. T., Foxcroft, G. R., Dyck, M. K. (2010): Seminal plasma proteins as potential markers of relative fertility in boars. *Journal of andrology* 31(2): 188-200.
16. Ren, M., Liu, C., Zeng, X., Yue, L., Mao, X., Qiao, S., Wang, J. (2014): Amino acids modulates the intestinal proteome associated with immune and stress response in weaning pig. *Molecular biology reports* 41(6): 3611-3620.
17. Verma, N., Rettenmeier, A. W., Schmitz-Spanke, S. (2011): Recent advantages in the use of *Sus scrofa* (pig) as a model system for proteomic studies. *Proteomics* 11: 776-793.
18. Vodicka, P., Smetana, K., Dvorankova, B. (2005): The miniature pig as an animal model in biomedical research. *Stem Cell Biol: Dev Plast* 1049: 161-71.
19. Wang, X., Lin, G., Liu, C., Feng, C., Zhou, H., Wang, T., Wang, J. (2014): Temporal proteomic analysis reveals defects in small-intestinal development of porcine fetuses with intrauterine growth restriction. *The Journal of nutritional biochemistry* 25(7): 785-795.

## The development of proteomics and its application in pig production

### Abstract

The application of proteomics and other post genomic tools leads to a better understanding of complex biological systems that have an impact on physiological processes and the appearance of pathological processes in domestic animals and humans. Proteomics is the scientific discipline that studies the protein, ie. the main holder of all biological functions in the body. It connects biology, chemistry and informatics. The importance of proteomics and applications of its knowledge is reflected in the understanding and possibilities of application of diagnostic measures against the diseases that can occur in humans. Proteomics allows to study the expression of the proteins, protein-protein interactions and the occurrence of posttranslational modifications. Changes in the expression and stability of the cellular proteins can lead to the occurrence disease. Proteome is the set of all proteins and the task of proteomics is to monitor the status of proteome regarding the type of body tissue, condition or stage disease in the organism. Pig is very similar to humans in the terms of anatomy, physiology and genetics. It is a good model for biomedical research from the aspect of understanding the occurrence and development of diseases in humans.

**Key words:** proteomics, proteom, pigs, biomedical research

## Utjecaj nadmorske visine na hematološke parametre konja lipicanske pasmine

Tušek Tatjana<sup>1</sup>, Aladrović Jasna<sup>2</sup>, Beer Ljubić Blanka<sup>2</sup>, Korabi Nidal<sup>3</sup>, Strmotić Ante<sup>4</sup>  
Kalembur Đurica<sup>1</sup>, Nervo Vedran<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, M. Demerca 1, Križevci, Hrvatska, e-mail: ttusek@vvguk.hr

<sup>2</sup>Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Heinzelova 55, Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup>Državna ergela Đakovo, A. Šenoa 45, Đakovo, Hrvatska

<sup>4</sup>Veterinarska stanica Đakovo, Kralja Tomislava 3, Đakovo, Hrvatska

### Sažetak

U krvi konja ergele Đakovo mjereni su sljedeći hematološki parametri: broj eritrocita (RBC), broj leukocita (WBC), hemoglobin (Hb), hematokrit (PCV) i eritrocitni indeksi (volumen eritrocita / MCV/, srednja vrijednost sadržaja hemoglobina u eritrocitu /MCH/ i srednja vrijednost koncentracije hemoglobina u eritrocitima /MCHC/). Dobivene hematološke vrijednosti uzete su s ciljem da se utvrdi utjecaj nadmorske visine kao ekološkog čimbenika na hematološke parametre lipicanske pasmine konja smještenih na dvije ergele koje se nalaze na različitim nadmorskim visinama, ergele Lipica i ergele Đakovo. Izvor podataka za hematološke parametre konja ergele Lipica bio je rad Čebulj – Kadunc i sur. (2002.). Razlika od 285,4 m nadmorske visine između lokacija ergela Lipica i Đakovo nije dovoljna da utječe na parcijalni tlak kisika u krvi konja te analizirani hematološki parametri konja ergele Lipica i konja ergele Đakovo ne pokazuju statistički značajnu razliku na razini  $p \leq 0,05$ . Statistički značajne razlike na razini od 95 % unutar dobnih kategorija i po spolu, utvrđene su za sadržaj hemoglobina između konja ergele Lipica i konja ergele Đakovo. Navedena statistička značajnost nije posljedica utjecaja nadmorske visine, već odraz fiziološkog statusa konja ergele Đakovo, jer se broj eritrocita nije značajno razlikovao između konja obiju ergela.

**Ključne riječi:** ergele Lipica i Đakovo, hematološki parametri konja, nadmorska visina

### Uvod

Na krvnu sliku konja, uz genetski čimbenik nasljeđivanja, utječu brojni paragenetski čimbenici. Iz tog razloga, u literaturnim podacima za pojedini hematološki parametar konja nalazimo fiziološki širok raspon vrijednosti (Schalm i sur., 1975., Marlin i Nankervis, 2002. – Tablica 1.). Međutim, ti fiziološki rasponi hematoloških parametara prikazuju se usporedno unutar skupina toplokrvnih i hladnokrvnih pasmina konja (Schalm, 2010., Lassen i Swardson, 1995. – Tablica 1.). Prema zapažanjima Duersta (cit. prema Ogrizek i Hrasnica, 1952.), varira suha supstanca krvi prema položaju i toplini, a do stanovite mjere je sadržina suhe supstance krvi i pasminska osobina. Prema tome, kod ocjene te osobine potrebno je uvijek uzeti u obzir pasminu, nadmorsku visinu i godišnje doba. Prema Dukesu (1970.), čimbenici koji dovode do smanjenja sadržaja



kisika u krvi životinja uzrokuju povećanje sinteze hemoglobina i porast broja eritrocita i obrnuto. Cilj ovoga rada je utvrditi utjecaj nadmorske visine kao ekološkog čimbenika na hematološke parametre unutar jedne pasmine konja, lipicanske pasmine, smještene na dvije ergele, koje se nalaze na različitim nadmorskim visinama. Stoga su u međusobni usporedni odnos stavljeni hematološki parametri konja lipicanske pasmine ergele Lipica, kao literaturni izvor uzet je rad Čebulj – Kadunc i sur. (2002.) i hematološki parametri konja ergele Đakovo, utvrđeni u 2013. godini.

## Materijal i metode

Lipicanskim konjima ergele Đakovo u siječnju 2013. godine izvađena je krv iz jugularne vene i to 14 omadi prosječne dobi 2,9 godina, 47 kobila prosječne dobi 11 godina i 19 pastuha prosječne dobi 7 godina. Od 47 kobila, 9 kobila nije gravidno, 20 kobila je gravidno, prosječne gravidnosti 219 dana, a 18 kobila je prosječne gravidnosti od 187 dana. Vađenje krvi obavljeno je unutar tri sata nakon jutarnjeg hranjenja.

Grušanje krvi onemogućeno je upotrebom antikoagulansa EDTA. U krvi su hematološkim analizatorom COULTER® Ac T diff utvrđivani sljedeći hematološki parametri: RBC, WBC, Hb, PCV i eritrocitni indeksi (MCV, MCH i MCHC). Izvor podataka za hematološke parametre konja lipicanske pasmine ergele Lipica bio je rad Čebulj – Kadunc i sur. (2002.), koji su uzorke krvi uzeli od 143 pastuha prosječne dobi 7,4 godina, 104 kobile prosječne dobi 6,6 godina i 25 ždrebad prosječne dobi 81 dan.

Rezultati istraživanja obrađeni su pomoću statističkog programa Statistica 8.0 (StatSoft.Inc 1984. - 2008.). Od statističkih parametara prikazana je aritmetička sredina i standardna devijacija. Ispitivanje značajnosti razlika između nezavisnih uzoraka obavljeno je pomoću t - testa po Cochran-u i Cox-u (1950.) cit. prema Petz-u (1985.).

## Rezultati i diskusija

U tablici 1. prikazane su fiziološke vrijednosti hematoloških parametara za konje (podaci više autora), kako bi se naglasila varijabilnost fizioloških vrijednosti uzrokovanih utjecajem različitih čimbenika, kao što su pasmina, dob i spol.

Tablica 1: Fiziološki hematološki parametri konja prema literaturnim izvorima

Hematološki parametar	RBC (x10 <sup>12</sup> /l)	WBC (x10 <sup>9</sup> /l)	Hb (g/l)	PCV (l/l)	MCV (fl)	MCH (pg)	MCHC (g/l)
Ždrjebad	Izvor: Schalm et al., 1975.						
8-18 mjeseci	<b>8,6 ± 0,58<sup>1</sup></b>	10,8 ± 1,87	118 ± 16	0,34 ± 0,03	40,1 ± 2,9	13,7 ± 1,3	341 ± 14
2 godine	9,9 ± 1,34	9,7 ± 1,8	147 ± 16	0,41 ± 0,42	42,7 ± 2,8	14,9 ± 1,1	349 ± 13
Toplokrvne pasmine konja	Izvor: Schalm, 2010.						
	6,8–12,9	5,4–14,3	110-190	0,32-053	37-59	12-20	310-390
Hladnokrvne pasmine konja	Izvor: Lassen i Swardson, 1995.						
	6,5-12,5	5,5–12,5	110-190	0,32-0,52	36-52	12,3-19,7	340-390
Konj	Izvor: Marlin i Nankervis, 2002.						
	8-15	6-12	110-170	0,32-0,53	35-45	10-17	300-400

Autori su nastojali smanjiti taj varijabilitet fizioloških vrijednosti hematoloških parametara konja, koristeći izvor Čebulj - Kadunc i sur. (2002.) da bi mogli usporediti iste, unutar lipicanske pasmine konja. Tako je u tablici 2. predložen usporedni prikaz hematoloških parametara konja lipicanske pasmine ergele Lipica i ergele Đakovo te značajnost razlika na razini  $p \leq 0,05$  za konje navedenih ergela.

Tablica 2: Usporedni prikaz hematoloških parametara Lipicanaca ergele Lipica i Đakovo

	a	b	c	d	e	f	
	Ždrebad (n = 25)	Omad (n = 14)	Kobile (n = 104)	Kobile (n = 47)	Pastusi (n = 143)	Pastusi (n = 19)	
Hematološki parametar	17 – 131 dan	1,5 – 3 godine	1 – 23 godine	4 – 23 godine	1 – 27 godina	4,5 – 22 godine	* $p \leq 0,05$
	<b>Lipica</b>	<b>Đakovo</b>	<b>Lipica</b>	<b>Đakovo</b>	<b>Lipica</b>	<b>Đakovo</b>	
RBC ( $\times 10^{12}/l$ )	9,5 $\pm$ 0,26	9,3 $\pm$ 0,92	7,5 $\pm$ 0,07	7,5 $\pm$ 1,94	8,2 $\pm$ 0,06	9,4 $\pm$ 0,98	/
WBC ( $\times 10^9/l$ )	12,8 $\pm$ 0,61	10,5 $\pm$ 1,66	7,5 $\pm$ 0,18	8,2 $\pm$ 1,31	7,6 $\pm$ 0,13	8,2 $\pm$ 1,77	*ab
Hb (g/l)	125 $\pm$ 3,07	147 $\pm$ 15,57	124 $\pm$ 1,19	144 $\pm$ 22,36	135 $\pm$ 1,33	165 $\pm$ 22,44	*ab; *cd; *ef
PCV (l/l)	0,39 $\pm$ 0,01	0,45 $\pm$ 0,05	0,43 $\pm$ 0,004	0,43 $\pm$ 0,07	0,43 $\pm$ 1,33	0,50 $\pm$ 0,07	/
MCV (fl)	41,5 $\pm$ 0,45	47,3 $\pm$ 1,38	52,01 $\pm$ 0,39	53,07 $\pm$ 3,12	52,7 $\pm$ 0,30	52,5 $\pm$ 3,51	*ef
MCH (pg)	13,3 $\pm$ 0,18	15,8 $\pm$ 0,43	16,4 $\pm$ 0,16	17,6 $\pm$ 1,26	16,6 $\pm$ 0,13	17,6 $\pm$ 1,15	/
MCHC (g/l)	321 $\pm$ 5,68	334 $\pm$ 1,72	315 $\pm$ 0,86	333 $\pm$ 3,22	315 $\pm$ 0,94	334 $\pm$ 4,09	*ab; *ef

S obzirom da brojni čimbenici mogu utjecati na hematološke parametre lipicanskih konja na spomenutim ergelama (različiti klimatski uvjeti u 2002. i 2013. godini, različiti pedološki pokrov i botanički sastav krmnih površina), autori su se usredotočili na hematološke parametre koji su podložni promjenama pod utjecajem razlika tlakova kisika na različitim nadmorskim visinama (RBC, Hb, MCH i MCHC).

Ergela Lipica smještena je na 396,4 m nadmorske visine u primorskom dijelu Obalno – kraške regije (IP<sup>1</sup>). Ergela Đakovo smještena je na 111 m nadmorske visine u panonskom području Osječko – baranjske županije (Feldbauer, 2004.).

Razlika od 285,4 m nadmorske visine između ergele Lipica i Đakovo uzeta je kao ekološki čimbenik u utvrđivanju mogućih razlika u razini Hb i hematoloških parametara vezanih za njega između lipicanskih konja obiju ergela. Randall i sur. (1997.) ističu da životinje na većim nadmorskim visinama imaju veću razinu Hb zbog trajne izloženosti nižem tlaku kisika. U pravilu, razina Hb raste 10 g/L za svakih 3 % do 4 % smanjenja zasićenosti kisikom.

RBC u L krvi, kao parametar koji prvi reagira na nizak tlak kisika pri višim nadmorskim visinama, veći je od gornjih fizioloških vrijednosti za ždrebad ergele Lipice i omad ergele Đakovo (Tablica 1.), ali nije statistički značajna razlika između te dvije dobne kategorije (Tablica 2.). Ta činjenica upućuje na zaključak da razlika od 285,4 m nadmorske visine nije dovoljna da utječe na parcijalni tlak kisika u krvi i potakne povećanu tvorbu eritrocita koja bi bila statistički značajno različita u ždrebadi koja raste na većoj nadmorskoj visini.

RBC u krvi kobila i pastuha obiju ergela također ne pokazuje statistički značajnu razliku (Tablica 2.). Iz navedenog možemo zaključiti da različite nadmorske visine na kojima se nalaze ergele Lipica i ergele Đakovo nisu utjecale na hematološke parametre konja.

Sadržaj Hb u krvi pokazuje statistički značajnu razliku na razini  $p \leq 0,05$  između konja ergele Lipica i ergele Đakovo, svih dobnih kategorija (Tablica 2.). Omad je tjelesno razvijenija i njena tjelesna masa je veća od tjelesne mase ždrjebadi, stoga razlika u sadržaju Hb proizlazi iz razlike u količini krvi na tjelesnu masu, prema Rusovu (1984.), jer za svaki kg tjelesne mase konja uvećava se količina krvi za 85 ml. Isti čimbenik, razlike u tjelesnoj masi pastuha ergele Lipica, čija tjelesna masa prema Rusu (2015.) iznosi do 516 kg, a tjelesna masa pastuha ergele Đakovo prema Čačiću (2012.) iznosi do 550 kg, stvara razliku od 2 890 ml krvi, što se odražava na sadržaj Hb u krvi i razliku značajnosti na razini  $p \leq 0,05$  (Tablica 2.). U kobila značajnu razliku u sadržaju Hb možemo protumačiti sa stanovišta razlike u tjelesnoj masi, koja prema Rusu (2015.) za kobile ergele Lipica ide do 492 kg, a za kobile ergele Đakovo prema Čačiću (2012.) do 500 kg što stvara razliku od 680 ml krvi, a ujedno možemo pridružiti i činjenicu prosječne ždrjebnosti od 203 dana kobila ergele Đakovo, koja također doprinosi porastu količine krvi i značajnosti razlika u sastavu krvi (Tablica 2.), odnosno sadržaju Hb prema Dukesu (1970.). Statistički značajna razlika srednje vrijednosti MCHC između mužjaka svih dobnih kategorija konja ergele Lipica i Đakovo (Tablica 2.) očito je odraz istaknutih razlika u tjelesnoj masi i količini krvi.

### Zaključak

Razlika od 285,4 m nadmorske visine između lokacija ergela Lipica i Đakovo nije dovoljna da utječe na parcijalni tlak kisika u krvi konja te analizirani hematološki parametri konja ergele Lipica i konja ergele Đakovo ne pokazuju statistički značajnu razliku na razini  $p \leq 0,05$ .

RBC u L krvi, kao parametar koji prvi reagira na nizak parcijalni tlak kisika pri višim nadmorskim visinama, ne pokazuje statistički značajnu razliku između konja obiju ergela, stoga statistički značajna razlika u sadržaju Hb nije odraz ekološkog čimbenika nadmorske visine, već rezultat razlike u tjelesnoj masi (količina krvi po kg tjelesne mase) odnosno fiziološkog statusa između konja ergele Lipica i konja ergele Đakovo.

### Literatura

1. Čačić, M. (2012): Uzgojni program lipicanske pasmine konja Hrvatskog saveza udruga uzgajivača lipicanske pasmine konja. Hrvatski savez udruga uzgajivača lipicanske pasmine konja. Zagreb.
2. Čebulj – Kadunc, N., Božić M., Kosec M., Cestnik V. (2002): The Influence of Age and Gender on Hematological Parameters in Lipizzan Horses. *J. Vet. Med. A* 49, 217 – 221.
3. Dukes, H. H. (1970): *Dukes Physiology of Domestic Animals* (Eight edition), Melvin J. Swenson. Cornell University Press, Ithaca - London.
4. Randall, D. W., Burggren, K., French, R. Fernald (1997): *Eckart Animal Physiology. Mechanisms and Adaptations*. (Fourth edition). W. H. Freeman and Company, New-York.
5. Feldbauer, B. (2004): *Leksikon naselja Hrvatske. Svezak I (A – L)*. Mozaik knjiga. Zagreb.
6. I.P.: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Lipica>
7. Lassen, E. D., Swardson C. J. (1995): Hematology and hemostasis in the horse: normal functions and common abnormalities. *Vet. Clin. North Am., Equine Pract.* II, 351 – 389.
8. Marlin, D., Nankervis K. J. (2002): *Equine Exercise Physiology*. Wiley – Blackwell. Blackwell publishing.
9. Ogrizek, A., Hrasnica F. (1952): *Specijalno stočarstvo. I. dio. Uzgoj konja*. Poljoprivredni nakladni zavod. Zagreb.
10. Petz, B. (1985): *Osnovne statističke metode za nematematičare*. Sveučilišna naklada Liber. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu.
11. Rus, J. (2015): *Iz arhive ergele Lipica, ljubaznošću gospodina Janeza Rusa, voditelja uzgoja u ergeli Lipica*. Lipica.
12. Rusov, Č. (1984): *Osnovi hematologije životinja*. Naučna knjiga. Beograd.

13. Schalm, O. W., Jain N. C., Carrol E. J. (1975): Veterinary Hematology. Lea & Febiger, Philadelphia.
14. Schalm, O. W. (2010): Veterinary Hematology. Sixth edition. Weiss & Wardrop. Iowa.
15. Statistica 8.0 (StatSoft.Inc 1984. - 2008.).

## The influence of altitude on hematology parameters in Lipizzaner horse breed

### Abstract

The blood of the horses from Đakovo stables was tested for the following hematological parameters: red blood cell count (RBC), white blood cell count (WBC), hemoglobin (Hb), hematocrit (PCV) and erythrocyte indexes ( mean corpuscular volume /PCV/, the mean hemoglobin content in erythrocytes /MCH/ and the mean hemoglobin concentration in erythrocytes /MCHC/). Obtained hematological values were taken with purpose to determine the influence of altitude as an ecological factor on hematological parameters of Lipizzan horse breeds located in two different stables that are placed on different altitudes, stables Lipica and stables Đakovo. The data source for hematological parameters of horses from stables Lipica was the scientific paper Čebulj-Kadunc et al.(2002.). Altitude difference of 285,4 m between locations of stables Lipica and Đakovo is not sufficient to have an effect on partial oxygen pressure in horse blood and therefore the analyzed hematological parameters from horses from stables Lipica and horses from stables Đakovo do not show a statistically significant difference on level  $p \leq 0,05$ . Statistically significant relevancy at the level of 95 % within age and sex categories were determined for the content of Hb between horses from stables Lipica and horses from stable Đakovo. Mentioned statistical relevancy is not the consequence of altitude effect on horses, but a reflection of physiological state of horses from stables Đakovo because the number of RBC was not significantly different between horses from stables Lipica and horses from stables Đakovo.

**Key words:** stables Lipica, stables Đakovo, hematological parameters of horses, altitude



## Varijabilnost količine i sastava mlijeka te broja krava u Republici Hrvatskoj od 2000. do 2013. godine

Đurica Kalember<sup>1</sup>, Tatjana Horvat<sup>2</sup>, Tatjana Tušek<sup>1</sup>, Marijana Vrbančić<sup>1</sup>, Dražen Čuklič<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Hrvatska poljoprivredna agencija, Koprivnica, Hrvatska

### Sažetak

Prikazano je kretanje broja krava po pasminama, zatim ukupno pod uzgojno selekcijskim radom, kao i kontrolom mliječnosti u centralnoj obradi podataka Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA). Cilj je istraživanja bio utvrditi kretanje broja krava te proizvodnja i sastav mlijeka u razdoblju 2000.- 2013. godine. Kao izvor podataka korištena su Godišnja izvješća HPA.

Uzgojno selekcijskim radom povećana je proizvodnja mlijeka, iako je broj krava padao. Kod krava simentalke pasmine u standardnoj laktaciji od 305 dana količina mlijeka je rasla sa 4.028 na 5.028 kg mlijeka, dok je postotak mliječne masti (m. m.) bio između 3,89 i 4,08, a proteina između 3,3 i 3,37 %. Krave holstein pasmine proizvele su veću količinu mlijeka uz porast sa 5.660 na 7.052 kg mlijeka, sadržaja m.m. između 3,74 i 4,05 %, te proteina između 3,25 i 3,31 %. Krave smeđe pasmine su u standardnoj laktaciji (305 dana) ostvarile porast proizvodnje mlijeka sa 4.127 na 5.631 kg mlijeka, sadržaja m.m. između 3,95 i 4,12 %, te proteina između 3,33 i 3,43 %. Razmatrani podaci uspoređeni su sa stanjem mliječnog govedarstva Republike Austrije istaknutog u Zentrale Arbeitsgemeinschaft osterreichischer Rinderzuchter (ZAR) Annual report, dostupnim za razdoblje od 2004. do 2013. godine. Uspoređivane su iste pasmine goveda. Iako u Austriji tek neznatno pada broj krava, količina i kvaliteta mlijeka je ujednačena kroz godine, s tendencijom laganog porasta.

**Ključne riječi:** broj krava, količina i kvaliteta mlijeka

### Uvod

Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA) kroz Jedinostveni registar domaćih životinja (JRDŽ) provodi uzgojno-selekcijski rad u govedarstvu Republike Hrvatske. Centraliziran unos podataka omogućio je ostvarivanje prava na novčane potpore, uvid u statističke podatke te kontrolu prometa domaćih životinja i sljedivost animalnih proizvoda, sve u cilju podizanja kvalitete proizvoda i zaštite potrošača. Središnji laboratorij za kontrolu kvalitete mlijeka (SLKM) svoje rezultate laboratorijske analitike osim držaocima krava šalje i u JRDŽ te na taj način doprinosi sveukupnom uzgojno-selekcijskom radu u proizvodnji mlijeka Republike Hrvatske.

U radu je razmatrano kretanje ukupnog broja tri najzastupljenije pasmine krava (simentalske, holstein i smeđe) u odnosu na broj krava pod uzgojno selekcijskim radom i kontrolom mliječnosti u Republici Hrvatskoj od 2000. do 2013. te ih usporedili s proizvodnim karakteristikama istih pasmina krava u Republici Austriji unutar vremenskog razdoblja od 2004. do 2013. godine.

## Materijal i metode

U radu su korišteni podaci Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA) i godišnja izvješća austrijskog ZAR-a. Dobiveni podaci stavljeni su u međusobni poredbeni odnos kroz prikaz proizvodnih karakteristika triju pasmina krava (simentalske, holstein i smeđe) između Republike Hrvatske i Republike Austrije. Analizom su obuhvaćeni podaci ukupnog broja krava i broja krava pod selekcijom, količine mlijeka u laktaciji (izražena u kg) te mliječne masti (m.m.) i proteina mlijeka (izraženih u %) za razdoblje od 2000. do 2013. godine u Republici Hrvatskoj, odnosno za razdoblje od 2004. do 2013. godine u Republici Austriji.

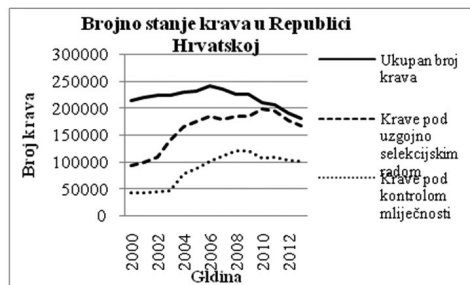
## Rezultati i rasprava

Proizvodnja mlijeka, uz proizvodnju mesa, čini primarnu funkciju u govedarstvu. Ona ima značajnu ulogu, posebno kod mliječnih i kombiniranih pasmina goveda.

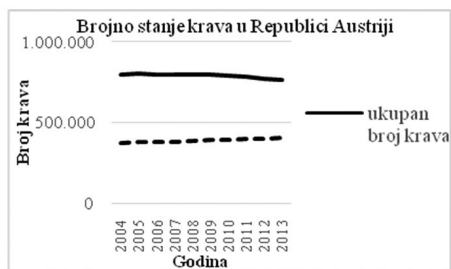
Ukupno brojno stanje goveda, kao i brojno stanje pod uzgojno selekcijskim radom te kontrola mliječnosti, u Republici Hrvatskoj prate se već godinama, a podaci se unose u Jedinstveni registar goveda (JRG) i Registar goveda na gospodarstvu (RGG).

Ukupni broj krava u RH zabilježen 2000. godine iznosio je 214.666 krava. Nakon nekoliko godina dizanja njihovog broja, do 2006. godine, kada je zabilježeno 241.084 krave, slijedi dramatični pad sve do 2013. godine, kada je zabilježeno 180.946 krava. Iako ukupni broj krava već dugi niz godina pada, broj krava pod uzgojno selekcijskim radom raste sve do 2010. godine, kada iznosi 198.773 krave (94,5 % od ukupnog broja krava). Sličan se trend porasta broja krava bilježi i pod kontrolom mliječnosti, kada bilježi svoj maksimum u 2011. godini od 109.865 krava (56,6 % od ukupnog broja krava), istaknuto u Grafikonu 1.

Dobiveni podaci uspoređeni su s podacima o kretanju broja krava i njihovim proizvodnim karakteristikama u razdoblju od 2004. do 2013. godine u Republici Austriji, koja je geografski i klimatski slična Republici Hrvatskoj, barem u onom njenom dijelu gdje su goveda najzastupljenija. Tako je u Republici Austriji zabilježen najveći ukupan broj krava u 2005. godini kada je iznosio 804.882 krave, da bi uslijedio pad do 766.215 krava u 2013. godini. Broj krava pod kontrolom mliječnosti je lagano rastao od broja 372.471 krave u 2004. godini, do 405.077 krava u 2013. godini (ili 52,87 % od ukupnog broja krava) istaknuto u Grafikonu 2.



Grafikon 1: Kretanje broja krava u Republici Hrvatskoj (2000. - 2013.)

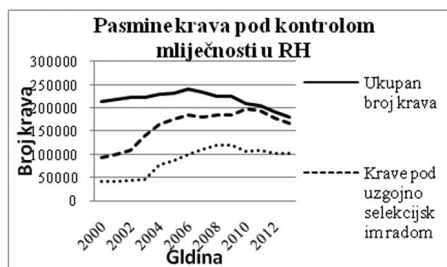


Grafikon 2: Kretanje broja krava u Republici Austriji (2004. - 2013.)

U Republici Hrvatskoj, promatrajući krave po pasminama, uočljiva je dominacija krava simental-ske pasmine čiji je ukupan broj iznosio 2010. godine 138.061 kravu, a pod kontrolom mliječnosti

ih je bilo najviše 2011. godine, 59.586 krava. Druga dominantna pasmina goveda je holstein pasmina. Najviše krava ove pasmine je 2010. godine, kada je zabilježeno 54.985 krava, a pod kontrolom mlječnosti najviše ih je bilo 2011. godine, kada je zabilježeno 46.707 krava. Treća pasmina koju treba spomenuti je smeđa pasmina, a najviše je upisano 2011. godine i to 6.325 krava, a pod kontrolom mlječnosti je iste godine bilo 2.880 krava (Grafikon 3.).

U Republici Austriji najzastupljenije su krave simentalne pasmine. Njihov se broj, u godinama od 2009. do 2013. lagano povećava sa 232.632 u 2009. godini, na 249.030 u 2013. godini. Krave smeđe i holstein pasmine su znatno manje zastupljene u govedarstvu Republike Austrije. Broj krava smeđe pasmine lagano pada sa 47.531 u 2009. godini na 42.647 u 2013. godini, dok broj krava holstein pasmine lagano raste sa 34.875 u 2009. godini na 36.934 u 2013. godini (Grafikon 4.).



Grafikon 3: Kretanje broja krava po pasminama u kontroli mlječnosti u Republici Hrvatskoj (2000. - 2013.)

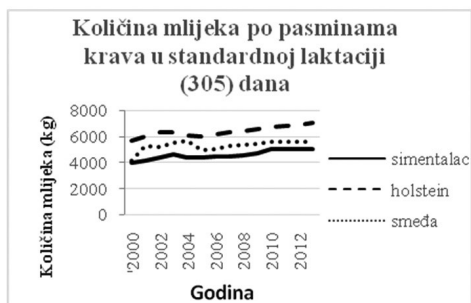


Grafikon 4: Kretanje broja krava po pasminama u kontroli mlječnosti u Republici Austriji (2010. - 2013.)

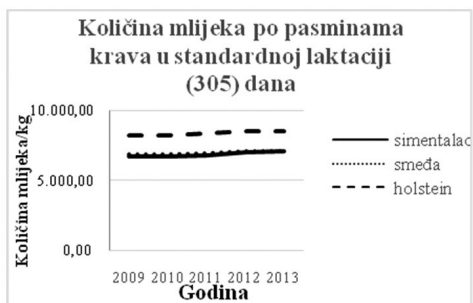
Uzgojno selekcijskim radom u Republici Hrvatskoj povećana je proizvodnja mlijeka, iako je broj krava padao. Kod krava simentalne pasmine u standardnoj laktaciji od 305 dana se u razdoblju od 2000. do 2013. godine podigla mlječnost sa 4.020 na 5.028 kg mlijeka, dok je postotak m.m. varirao između 3,89 i 4,08, a proteina između 3,3 i 3,37. Krave holstein pasmine su u istom razdoblju u standardnoj laktaciji (305 dana) proizvele veću količinu mlijeka, a porast se kretao sa 5.660 na 7.052 kg mlijeka, uz varijaciju postotka m.m. između 3,74 i 4,05 % te proteina između 3,25 i 3,31 %. Krave smeđe pasmine su u istom razdoblju u standardnoj laktaciji (305 dana) ostvarile porast proizvodnje mlijeka sa 4.127 na 5.631 kg mlijeka, uz varijaciju postotka m.m. između 3,95 i 4,12 % te proteina između 3,33 i 3,43 %.

U Republici Austriji u razmatranom razdoblju od 2009. do 2013. godine proizvodnja mlijeka također je rasla. U standardnoj laktaciji od 305 dana, kravama holsteinske pasmine porasla je proizvodnja mlijeka sa 8.223 kg na 8.483 kg. Krave simentalne i smeđe pasmine imale su samo nešto slabiju proizvodnju mlijeka. U navedenom razdoblju kravama smeđe pasmine porasla je proizvodnja mlijeka sa 6.687 na 7.111 kg, dok je kravama simentalne pasmine proizvodnja mlijeka porasla sa 6.687 na 7.103 kg. Postotak mlječne masti kroz promatrano razdoblje (2009. - 2013. god.) najjednačiji je u krava simentalne pasmine, uz porast sa 4,13 do 4,15 % m.m. Kravama smeđe pasmine raste postotak m.m sa 4,11 na 4,15 %, dok kravama holstein pasmine opada sa 4,11 na 4,09 % m.m. Slična je situacija i s količinom proteina u mlijeku. Najviše proteina ima smeđa pasmina krava (3,41 - 3,46 %), a slijedi ju simentalna pasmina krava (3,4 - 3,42 %), dok holstein pasmina krava ima najmanje vrijednosti proteina (3,25 - 3,29 %) (Grafikoni 5.-8.).





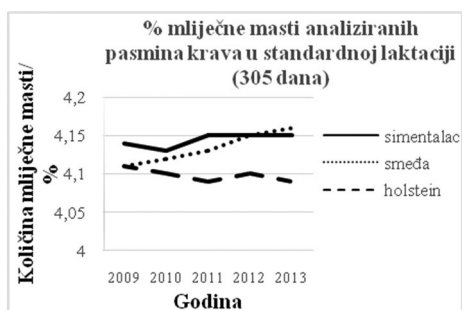
Grafikon 5: Prikaz proizvodnje mlijeka po pasminama krava u standardnoj laktaciji u Republici Hrvatskoj (2010. - 2013.)



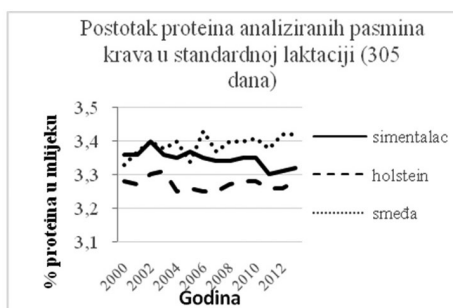
Grafikon 6: Prikaz proizvodnje mlijeka po pasminama krava u standardnoj laktaciji u Republici Austriji (2009. - 2013.)



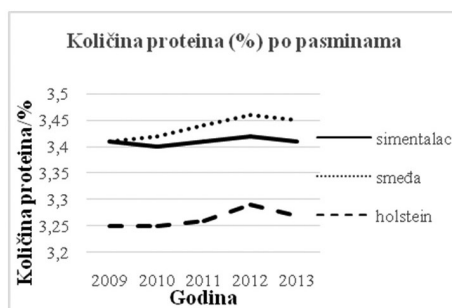
Grafikon 7: Prikaz postotka m.m. razmatranih pasmina krava u standardnoj laktaciji (305 dana) u Republici Hrvatskoj (2000. - 2013.)



Grafikon 8: Prikaz postotka m.m. razmatranih pasmina krava u standardnoj laktaciji (305 dana) u Republici Austriji u razdoblju 2009. - 2013.



Grafikon 9: Prikaz postotka proteina razmatranih pasmina krava u standardnoj laktaciji (305 dana) u Republici Hrvatskoj (2000. - 2013.)



Grafikon 10: Prikaz postotka proteina analiziranih pasmina krava u standardnoj laktaciji (305 dana) u Republici Austriji (2009. - 2013.)

## Zaključak

Hrvatska poljoprivredna agencija kroz Jedinствeni registar domaćih životinja provodi uzgojno-seleksijski rad u govedarstvu Republike Hrvatske.

Središnji laboratorij za kontrolu kvalitete mlijeka svoje rezultate laboratorijske analitike, osim držaocima krava, šalje i u JRDŽ. Takav pristup omogućio je mnoge postupke unaprjeđivanja govedarske proizvodnje kao i proizvodnje mlijeka.

Razmatrani podaci brojnog stanja krava te njihove proizvodne karakteristike u Republici Hrvatskoj uspoređeni su sa stanjem mliječnog govedarstva Republike Austrije.

Razmatranjem podataka o proizvodnji mlijeka u RH uočena su velika odstupanja u broju muznih krava te količini i kvaliteti mlijeka. Unatoč padu ukupnog broja krava uočen je porast proizvodnje mlijeka kao rezultat uzgojno-seleksijskog rada HPA.

U Republici Austriji uočen je neznatan pad broja krava dok je količina i kvaliteta mlijeka ujednačena kroz godine, s tendencijom laganog porasta.

U RH prevladavaju simentalaska i holstein pasmina goveda, dok je smeđa pasmina gotovo zanearena. U Republici Austriji prevladava simentalaska pasmina, dok su smeđa i holstein pasmina po broju gotovo izjednačen.

## Literatura

1. Godišnja izvješća za godine od 2000. do 2013., (ur. Pranić, D. i sur.). Hrvatska poljoprivredna agencija, Križevci, 1993.
2. Postupci i upute za označavanje, kontrolu proizvodnih svojstava i procjenu uzgojnih vrijednosti goveda, (ur. Dražić, M. i sur.), Hrvatska poljoprivredna agencija, Križevci, 2014.
3. Pravilnik o provođenju obveznog označavanja i registracije goveda, NN 74/2003, 81/2011, 108/2013, [www.nn.hr](http://www.nn.hr)
4. Pravilnik o vođenju matičnih knjiga i uzgojnih upisnika te upisu uzgojno valjanih životinja, NN 164/2004, [www.nn.hr](http://www.nn.hr)
5. Radna uputa za provedbu kontrole mliječnosti krava AT i B metodom, (ur. Solić D.), Hrvatski stočarski centar, Križevci, 2004.
6. 100 godina tradicije u unaprjeđivanju stočarstva Republike Hrvatske, [www.hpa.hr](http://www.hpa.hr)
7. Uredba o izmjenama i dopuni uredbe o ciljnoj cijeni svježeg sirovog mlijeka, NN 81/2008, [www.nn.hr](http://www.nn.hr)
8. Ustroj i djelatnosti Hrvatske poljoprivredne agencije, [www.hpa.hr](http://www.hpa.hr)
9. Zentrale Arbeitsgemeinschaft osterreichischer Rinderzuchter (ZAR) Annual report 2013, <http://en.zar.at/Downloads/annual-reports.html>

## The variability of the quantity and composition of milk and the cow number in the Republic of Croatia from 2000 to 2013

### Abstract

The authors presented trends in the number of cows per breed, the number of cows under cattle selection and breeding, as well as milk production control in the central data processing by the Croatian Agricultural Agency. The authors were interested in trends in cow numbers and milk production and composition from 2000 to 2013. The annual reports of the Croatian Agricultural Agency are used as a source of data.

By selection activities, milk production has been increased, although the number of cows was decreasing. In a standard 305 days lactation period of Simmental cows in the period from 2000 to 2013, the milk production was rising from 4.020 to 5.028 kg, while the percentage of milk fat was rising from 3.89 to 4.08% and milk protein was rising from 3.3 to 3.37 %. Holstein cows have produced a greater amount of milk, a rise from 5.660 to 7.052 kg, in the same lactation period, with variation of milk fat between 3.74 and 4.05 %, and protein between 3.25 and 3.31 %. Brown Swiss cows have produced a greater amount of milk, a rise from 4.127 to 5.631 kg, in the same lactation period, with variation of milk fat between 3.95 and 4.12 %, and protein between 3.33 and 3.43 %.

The considered data were compared with the situation of dairy cattle in the Republic of Austria which are highlighted in the which are highlighted in the Zentrale Arbeitsgemeinschaft osterreichischer Rinderzuechter (ZAR) Annual Report, which are available for the period from 2004 to 2013. In this paper are compared the same breed of cattle. The number of cows in Austria are slightly decreasing, but the quantity and quality of milk is uniform through the year, with a tendency of slight increase.

**Key words:** number of cows, the quantity and quality of milk

## Hromost u sportskih konja

Dino Lončar, Ana Zelić, Mirjana Baban, Maja Gregić

*Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, Osijek, Hrvatska, e-mail: mbaban@pfos.hr*

### Sažetak

Hromost je jedan od najvažnijih uzroka isključenja sportskih konja iz natjecanja i treninga. Najčešći izvori hromosti su različite patološke promjene lokomotornog sustava, kao što su degenerativne bolesti zglobova (osteoartritis, artroza) bolesti ligamenata, tetiva i mišića tendinitis, burzitis, miozitis oboljenja i upale kopita (laminitis), različite stresne frakture (posebice putične i karpalne kosti). Dijagnostika hromosti konja uključuje kliničke metode pregleda inspekciju i palpaciju, te različite radiološke i ultrazvučne pretrage. Sportski konji kojima je dijagnosticirana hromost ne mogu konkurirati na natjecanjima i često bivaju isključeni iz obavljanja težih zadataka koji se, u određenim disciplinama sporta, zahtijevaju od njih stoga rano otkrivanje uzroka hromosti može doprinijeti bržem otklanjanju smetnji te u konačnici osigurati kvalitetniji život životinjama koje se koriste u konjičkom sportu.

**Ključne riječi:** lokomotorni sustav, poremećaj, konjički sport

### Uvod

Sportski su konji u današnje vrijeme stvoreni kako bi postigli izuzetne rezultate i performanse u različitim disciplinama konjičkog sporta. Kako bi sportski konj mogao ostvariti dobre rezultate na natjecanjima, potrebno je utvrditi njegovo zdravstveno stanje, naročito onaj dio koji se odnosi na zdravlje lokomotornog sustava koji uključuje kosti, zglobove, ligamente, mišiće i tetive. Degenerativne bolesti zglobova javljaju se u svih pasmina konja, a karakteriziraju ih oštećenja zglobne hrskavice, skleroza subhondralne kosti i nastajanje marginalnih osteofita (Špiranec i sur., 2013.). Prema istraživanjima Kovač i sur., (2002.) i Brkljača i sur., (2009.) najzastupljenija bolest mišića i tetiva kod sportskih konja je tendinitis duboke i površinske fleksorne tetive te njihove ovojnice. Poremećaji lokomotornog sustava mogu se javiti uslijed raznih trauma, ozljeda, nepravilne hranidbe, loše skrbi za životinju, te drugih okolišnih ali i genetskih čimbenika. Hromost je ekonomski najznačajnije zdravstveno stanje koje utječe na konje (Keegan i sur., 2010.). Kako bi se poremećaj uspješno otklonio, potrebno ga je otkriti u ranijim stadijima razvitka i prepoznati znakove koji ukazuju da je došlo do odmaka od normalnog stanja i funkcioniranja lokomotornog sustava. Hromost je klinički znak koji se očituje simptomima upale, uključujući bol ili mehaničko oštećenje koje rezultira abnormalnošću u kretanju koja se karakterizira kao hromost (Ross i Dyson, 2010.). Hromost je nastala pod uzrokom nekih drugih čimbenika poput pogrešne konstitucije, pojave bolesti i patoloških promjena lokomotornog sustava. Osim nabrajanih uzroka, hromost može biti uzrokovana traumom, kongenitalnim ili stečenim anomalijama, razvojnim oštećenjima, infekcijama, metaboličkim smetnjama, poremećajima cirkulacije i živčanog sustava, te bilo kakvom kombinacijom navedenih uzroka (Baxter, 2011.). Važnost otkrivanja

ove smetnje u sportskih konja je izrazita jer dovodi do smanjenja kvalitete života i gotovo nemogućnosti uporabljivosti za natjecanja u svim disciplinama. Kako postoje različite vrste hromosti, ovisno o tome koji dio ekstremiteta zahvaćaju, pojava je podijeljena na nekoliko segmenata.

**Hromost pri iskorachenju** dovodi do skraćivanja koraka prema naprijed i produženim iskorakom bolesne noge. Takav iskorak i je lagan, oprezan i kratak. Kod višeg stupnja ove hromosti, konj ne može iskoraciti, nego povlači desnu nogu do zdrave da bi zdravom nogom iskoracila naprijed. Ovakva vrsta hromosti najčešće se javlja prilikom predvođenja na mekanom terenu, kretanjem preko prepreka ili uzbrdo. Najčešće se ova vrsta hromosti pojavljuje u sportskih konja koji imaju patološke procese u prednjim ekstremitetima poput miozitisa, burzitisa, različitih fraktura te bolesti nastalih uslijed nedovoljnog sazrijevanja kostiju u mlađih životinja (Capak, 2009.).

**Hromost pri opterećenju** dovodi do skraćivanja koraka prema natrag, a vrijeme provedeno na opterećenju nozi bitno se skraćuje, jer konj što prije nastoji rasteretiti bolesnu nogu. U ovom slučaju, hromost se pri opterećenju uočava, jer konj podiže glavu prilikom hromosti na prednjoj nozi te podizanjem kuka, ukoliko je u pitanju stražnja noga. Hramanje se pojačava na tvrdom terenu ili prilikom lonžiranja konja u krug, kada je bolesna noga s unutarnje strane. Najčešće pogađa distalne dijelove ekstremiteta prilikom neurogenih i miogenih bolesti ekstremiteta (Capak, 2009.).

**Mješovita hromost** javlja se u slučajevima opterećenja i iskorachenja bolesne noge. Čest uzrok pojave ove hromosti su promjene na proksimalnim dijelovima ekstremiteta, tromboza, paraliza brahijalnog živca te različitim miogenim paralizama mišićja leđa i sapi.

## Uzroci hromosti

Najčešći uzroci mehaničke hromosti su razne fibroze te ukočenost ekstremiteta koji su uzrok različitih oštećenja mišićja, trauma ili abnormalnosti uzrokovane genetskim defektima pojedinih dijelova tijela (Clayton, 1986.). Neurološka hromost pak može biti rezultat infekcije, traume, intoksikacije ili kongenitalnih bolesti. Uzroci neurološkog tipa hromosti mogu biti Wobblersov sindrom, pri kojem dolazi do stenozne kralježničkog kanala i pritiska na leđnu moždinu. Zatim, ozljede ekstenzornih mišićja zadnjih ekstremiteta koji dovode do hiperfleksije i hiperekstenzije istih (Dyson i sur., 2003., 2011.). Uzrok ovakve hromosti mogu biti i drhtavice koje predstavljaju rijetke neuromuskularne poremećaje rezultiranje mišićnim tremorom (Turner i Trotter, 1984.).

Tablica 1: Uvid u najčešća oboljenja s obzirom na uporabu konja (Izvedeno iz: Baxter i Gary, 2011.)

Svrha konja	Oboljenja
TB i QH konji	Pojava hematoma na potplatu kopita Bol u stražnjem dijelu kopita Napuknuća; Frakture putice i karpalne kosti; Tenditis SDFT; Stres frakture (MC/MT; P1) nadlaktice, cjevanice i zdjelice; Ozljede suspenzornog ligamenta; Artroza kopitnog zgloba (QH); Oboljenja proksimalnog suspenzornog ligamenta (QH); Frakture sesamoidnih kosti, P1, MC/MT, natkoljenice; Distalniosteoarthritis distalnih zglobova tarzusa
STD konji (stražnje noge > prednje noge)	Pojava hematoma na potplatu kopita; Fraktura putice stražnjih ekstemiteta; Frakture treće karpalne kosti; Stres frakture i kod TB i GH konja (najčešće cjevanice); SDFT tendinitis; Oboljenja suspenzornih ligamenata- posebice proksimalnog dijela; Problemi s križno-zdjeličnim i skočnim zglobom.
Konji za daljinsko jahanje	Mišićni poremećaji-grčevi; Oboljenja suspenzornih ligamenata prednjih i stražnjih ekstemiteta; Upala kopitne kosti; Laminitis; Sinovitis putičnog zgloba-osteoarthritis; SDFT tendinitis.

Objašnjenje kratica iz tablice:

**TB**-engleski punokrvnjaci, **QH**-quarter konji, **STD**-kasački konji, **P1**-gornji članak prsta (putična kost), **P2**-srednji članak prsta (krunska kost), **P3**-donji članak prsta (kopitna kost), **MC/MT**-metakarpalne/metatarzalne kosti,

**SDFT**- površni sagibač prstiju

## Dijagnostika hromosti

Utvrđivanje ili dijagnoza hromosti u sportskih konja veoma je bitna kako bi se mogao riješiti uzrok iste, ako ga je moguće riješiti. Često se događa da hromost pojedinog dijela ekstremiteta uzrokuje bolove i smetnje u drugim, zdravim dijelovima tijela. Dijagnoza počinje pregledom cjelokupne povijesti životinje, od pasmine, tipa konja, dobi, spola do provjere vremena prošlog od zadnjeg potkivanja, te režimu treninga kojem je konj koji pati od hromosti opovrgnut (Greve i sur., 2014.). Nakon anamneze, slijede kliničke metode pretrage poput inspekcije ili promatranja, palpacije ili opipavanja te promatranja kretanja životinje. Poneki konji u kojih je hromost dugotrajna ili slabo primjetna opovrgavaju se treningu naročito u dresurnih konja koji nisu voljni obaviti određene pokrete koji se koriste u dresuri (Adams, 2014.). Čest uzrok hromosti u sportskih konja su i različite živčane disfunkcije, pa je potrebno provesti i neurološki pregled prilikom utvrđivanja hromosti. Ovakav način testa potpomaže identifikaciji slabosti, spazama te abnormalnosti u motoričkim funkcijama velike grupe fleksornih i ekstezornih mišića ekstremiteta. Jedan od glavnih pregleda jest pretraga kopita kopitnim klještima nokatnim zahvatom, pritiskom kopitnih kliješta u područje čavala, petne stijene, žabice, te sredine žabice ili nokatne stijene (Capak, 2009., Brkljača, i sur. 2011.).

Osim navedenih postupaka provodi se i rendgenološko odnosno ultrazvučno pretraživanje ekstremiteta i to onog dijela na kojem smo nakon temeljite i sustavne kliničke kirurške pretrage posumnjali da se uzrok hromosti nalazi (Capak, 2009.).

## Učestalost pojave hromosti u konja

Hromost je u toplokrvnih sportskih konja češća nego što je to slučaj s drugim, hladnokrvnim pasminama i konjima koji nisu intenzivno opovrgnuti radom, treningom i natjecanjima kao što je u slučaju sportskih konja. Naeini i Niak (2005.) prikazali su da od 364 konja različitih pasmina, 84 pate od nekog stupnja hromosti na jednom ili više ekstremiteta čiji su uzrok bile različite lokomotorne bolesti poput tendinitisa i bolesti bijele linije, a kao najveći uzrok istih je okolišni čimbenik lošeg potkivanja. Lindner i Dingkerkus (2011.) su dokazali da je od 348 slučajeva nemogućnosti dovršavanja treninga u sportskih konja u njih gotovo 200 (oko 57%), kao glavni uzrok, bila upravo hromost. Prema Kovaču i sur. veća je učestalost pojavljivanja oboljenja prednjih ekstremiteta (61,84%), gdje su uslijed treninga ili sportskog natjecanja dodatno opterećena kopita, fleskorne tetive i ligamenti prednjih nogu, najčešće ispod karpalnog zgloba. Razlog veće učestalosti pojavljivanja oboljenja prednjih ekstremiteta leži u činjenici da prednje noge u mirovanju nose 60-65% ukupne tjelesne mase konja. Većina ispitanih konja bila su preponaši koji su podložniji povredama prednjih ekstremiteta.

## Zaključak

Hromost se kao pojava češće javlja u sportskih konja uslijed intenzivnih treninga i različitih konjičkih natjecanja. Oboljenja različitih dijelova lokomotornog sustava razlikuju se s obzirom na vrstu konjičkog sporta za koji je se životinja koristi. Engleski punokrvnjaci i Quarter konji češće pate od frakture putične, metakarpalne i metatarzalne kosti, stresne frakture sezamoidnih kosti, artroze kopirnog zgloba, dok se kod kasačkih konja češće javljaju problemi s kopitnim, skočnim zglobovima i križno zdjelničnim. Kod sve tri vrste konja zapažen je tenditis površnog sagibača prstiju. Konji za preponsko jahanje podložniji su ozljedama prednjih ekstremiteta. Izvore hromosti potrebno je

dijagnostičkim metodama otkriti u što ranijoj fazi kako zbog smanjena gospodarskih gubitaka u konjičkom sportu tako i zbog dobrobiti životinja.

## Literatura

- Adams, S. (2014): Lameness in Horses. The Merck Veterinary Manual Online, Merck Publishing Group; Objavljeno 21. 12. 2014.
- Baxter, M. Gary (2011): Adams and Stashak's lameness in horses. Wiley-Blackwell; (ISBN 9780 8138 1546 6).
- Brkljača, B. N., Kos, J., Smolec, O., Vrbanac, Z., Selanec, J. (2009): Povrede fleksornih tetiva športskih konja. 1. Međunarodni simpozij o konjičkoj industriji i 3. Hrvatski simpozij o lipicanskoj pasmini, Slavonski Brod.
- Brkljača, B. N., Smolec, O., Kos, J., Radišić, B., Capak, D., Selanec, J. (2011): Značaj hromosti konja u konjičkom turizmu. 1. Međunarodni kongres konjičkog turizma Republike Hrvatske 2011. Velika Pisanica.
- Capak, D. (2009): Dijagnostika hromosti konja. www.vef.unizg.hr (25.02.2015.).
- Clayton, H. (1986): Cinematographic analysis of the gait or lame horses V: Fibrotic myopathy. J Equin Vet. Sc.; 6(2): 70–78.
- Dyson, S., Murray, R., Schramme, M. i Blunden, T. (2011): Current concepts of navicular disease. Equine Veterinary Education, 23: 27–39.
- Dyson, S., Murray, R., Schramme, M., Branch, M. (2003): Magnetic resonance imaging of the equine foot: 15 horses. Equine Veterinary Journal, 35: 18–26.
- Greve, L., Dyson, S. J. (2014): The interrelationship of lameness, saddle slip and back shape in the general sports horse population. Equine Veterinary Journal, 46: 687–694, 10.1111/evj.12222.
- Keegan, K. G., Dent, E. V., Wilson, D. A., Janicek, J., Kramer, J., Lacarrubba, A., Walsh, D. M., Cassells, M. W., Esther, T. M., Schiltz, P., Frees, K. E., Wilhite, C. L., Clarck, J. M., Pollit, C. C., Shaw, R., Norris, T. (2010): Repeatability of subjective evaluation of lameness in horses. Equine Veterinary Journal, 42: 92–97.
- Kovač, M., Nowak, M., Kupers, S., Tambur, Z. (2002): Retrospektivno ispitivane učestalosti pojavljivanja ortopedskih oboljenja konja, Vet. Glasnik 56(5-6),307-319.
- Lindner, A., Dingkerkus, A. (2011): Incidence of training failure among Thoroughbred horses at Cologne, Germany Institute of Anatomy, Physiology and Hygiene of Domestic Animals, 10.1016/0167-5877(93)90078-8).
- Naein, A. T., Niak, B. T. (2005): Field study of the prevalence of lameness in horses in three provinces of Iran. Pakistan Vet J., 25(3).
- Ross, M. W., Dyson, S. J. (2010): Diagnosis and management of lameness in horses. Elsevier Health Sciences; Drugo izdanje; (978-0-7216-8342-3).
- Turner, A., Trotter, G (1984): Fibrotic myopathy in the horse. J Am Vet Med Assoc.184(3): 335-8 (PubMed, PMID 6698867).
- Špiranec, K., Arapović, F., Radišić, B. (2013): Promjena sastava sinovijalne tekućine u konaj oboljelih od osteoartritisa, Veterinarska stanica 44(6),469-474.

## Lameness in sport horses

### Abstract

Lameness is one of the most important causes of exclusion sport horses from the competition and training. The most common sources of lameness are various pathological changes in the musculoskeletal system, such as degenerative joint disease (osteoarthritis, arthrosis) disease of the ligaments, tendons and muscles (tendinitis, bursitis, myositis disease and inflammation of the hoof (laminitis), various fractures (especially first phalanx and carpal bones). Diagnosis of lameness of horses includes clinical examination methods inspection, palpation, and a variety of radiological and ultrasound examination. Sport horses diagnosed lameness can not compete in competitions and are often excluded from the more difficult tasks which, in certain disciplines of sport, require them therefore. Early discovering the cause of lameness may contribute to faster fault repair, and ultimately provide a better quality of life animals used in equestrian sports.

**Key words:** locomotor system, disorder, equestrian sport

## Section IV



---

---

# **Sustainable Plant Breeding**

**Održivo oplemenjivanje bilja**





## DUS ispitivanje novih sorti ozimog ječma u Republici Hrvatskoj u razdoblju 2000 - 2014. godine

Ivana Rukavina, Ivan Varnica, Marina Zorić, Luka Drenjančević, Zlatko Mijić

*Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo - Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo, Usorska 19, Brijest-Osijek, Hrvatska, e-mail: ivana.rukavina@hcphs.hr*

### Sažetak

DUS ispitivanje novih biljnih sorti ozimog ječma provodi se sukladno Pravilniku o postupku utvrđivanja različitosti, ujednačenosti i postojanosti novih biljnih sorti (NN 61/11), te sukladno CPVO-im i UPOV-im tehničkim protokolima. DUS ispitivanja u pokusnom polju i laboratoriju provodi Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo - Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo. Pokusi koji se provode u svrhu DUS ispitivanja uključuju nove sorte, sorte referentne kolekcije i sorte primjere. Sorta je definirana svojim svojstvima koja su osnova za izvođenje DUS ispitivanja. Prema CPVO-om tehničkom protokolu za ječam sorta je definirana sa 28 svojstava koji su osnova za izvođenje DUS ispitivanja. Zaključno sa 2014. godinom Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo je izdao ukupno 123 Prethodna i Završna izvješća o DUS ispitivanju sorti ozimog ječma za potrebe postupka priznavanja u Republici Hrvatskoj.

**Ključne riječi:** DUS, ozimi ječam, nove sorte, svojstva.

### Uvod

U Republici Hrvatskoj nova sorta priznaje se prema Zakonu o sjemenu, sadnom materijalu i priznavanju sorti poljoprivrednog bilja te izmjenama i dopunama istog (NN 140/05, 35/08, 55/11, 14/14), ako je različita, ujednačena i postojana (distinct = D, uniform = U, stable = S), te ako ima odgovarajuću gospodarsku vrijednost (članak 59.). Provođenje ispitivanja različitosti, ujednačenosti i postojanosti je u skladu sa Pravilnikom o postupku utvrđivanja različitosti, ujednačenosti i postojanosti sorti (DUS) novih biljnih sorti (NN 61/11), CPVO-im (Community Plant Variety Office) protokolima te UPOV-im (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) protokolima preuzetim prema Međunarodnom ugovoru (NN 1/01). DUS ispitivanja u pokusnom polju i laboratoriju provodi Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo - Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo u Osijeku. Navedena ispitivanja se službeno u Republici Hrvatskoj provode od 2000. godine kako za potrebe postupka priznavanja novih biljnih sorti tako i za potrebe postupka stjecanja oplemenjivačkog prava odnosno zaštitu novih biljnih sorti, te za postupak produženja upisa sorte u pripadajući upisnik.

### Metodologija DUS ispitivanja ozimog ječma

Prema tehničkim protokolima za ječam (*Hordeum vulgare* L.) CPVO-TP/019/3 Final i UPOV TG/19/10, DUS ispitivanje novih sorti ozimog ječma u pokusnom polju treba trajati minimalno dva nezavisna uzgojna ciklusa na jednoj pokusnoj lokaciji. Ispitivanje u pokusnom polju treba

biti u uvjetima koji osiguravaju normalan rast i razvoj biljaka. U slučaju kada se bilo koje važno svojstvo sorte ne može ispoljiti na toj pokusnoj lokaciji, tada se sorta može testirati na dodatnoj lokaciji. U praksi DUS ispitivanja postavlja se, osim glavne lokacije pokusa koja se nalazi u Osijeku i dodatna lokacija, u mjestu Klisa, koja služi kao rezervna lokacija. Ispitivanje u pokusnom polju treba biti u uvjetima koji osiguravaju normalan rast i razvoj biljaka. Pokus DUS ispitivanja uključuje nove sorte odnosno sorte kandidate, sorte u referentnoj kolekciji, te sorte primjere. Sorte primjeri nalaze se u tehničkim protokolima, te je njihova uloga da razjašnjavaju ekspresiju pojedinog promatranog svojstva. Referentna kolekcija sorti se održava za potrebe utvrđivanja različitosti sorti kandidata u ispitivanju. Osnova za referentnu kolekciju treba biti sljedeća: priznate i zaštićene sorte na razini Europske zajednice, zaštićene sorte u drugim zemljama članicama UPOV-a, druge općepoznate sorte, te u slučaju hibrida sve komponente hibridnih sorti koje su općepoznate moraju biti uzete u obzir kao dio referentne kolekcije. Svako ispitivanje treba uključivati 2000 biljaka koje trebaju biti podijeljene u dvije repeticije. Utvrđivanje svojstva „sezonalni tip“ treba provesti na najmanje 500 biljaka. U slučaju ispitivanja klasa, na red treba promatrati najmanje 100 klasova. U slučaju hibrida, roditeljske linije moraju biti uključene u ispitivanje te se trebaju ispitivati i promatrati kao svaka druga samooplodna sorta. Ispitivanje na samoj hibridnoj sorti treba biti na najmanje 200 biljaka. Za utvrđivanje kriterija različitosti i postojanosti sve ocjene svojstava trebaju biti na 20 biljaka ili dijelova biljaka. Za utvrđivanje ujednačenosti svojstava u parceli putem vizualnog promatranja pojedine biljke ili grupe biljaka ili dijelova biljaka, broj atipičnih biljaka ne bi trebao prelaziti 5 na 2000 biljaka (populacijski standard od 0,1 % s vjerojatnošću prihvaćanja od  $\geq 95$  %). Broj atipičnih klas-redova u uzorku od 100 klas-redova, biljaka ili dijelova biljaka ne bi trebao prelaziti 3 na 100 (populacijski standard od 0,1 % s vjerojatnošću prihvaćanja od  $\geq 95$  %). Za muške sterilne linije, broj atipičnih biljaka ne bi trebao prelaziti 8 na 2000 biljaka (populacijski standard od 0,2 % s vjerojatnošću prihvaćanja od  $\geq 95$  %). Za hibride, broj atipičnih biljaka ne bi trebao prelaziti 27 na 200 biljaka (populacijski standard od 10 % s vjerojatnošću prihvaćanja od  $\geq 95$  %). Sorte u kolekciji i sorte kandidate koje se nalaze u DUS ispitivanju ozimog ječma treba podijeliti u grupe kako bi se olakšalo promatranje i sama ocjena te time i utvrđivanje različitosti. Pogodna svojstva za grupiranje sorti su ona koja sudeći prema iskustvu ne variraju ili vrlo malo variraju unutar sorte. Svojstva koja su pogodna za grupiranje sorti u DUS ispitivanju ozimog ječma su sljedeća: donji listovi – dlakavost rukavca lista, klas – broj redova, zrno – tip dlačica rahile, zrno – dlakavost ventralnog udubljenja te sezonalni tip. Prema članku 9. UPOV-e konvencije iz 1991., sorta se smatra postojanom ako njena relevantna svojstva ostaju nepromijenjena nakon ponovljenog umnažanja ili u slučaju određenog ciklusa razmnožavanja, ako je sorta nepromijenjena na kraju svakog takvog ciklusa. Relevantna svojstva podrazumijevaju sva svojstva koja su korištena za ispitivanje DUS-a i koja su uključena u opis sorte. Iskustveno se došlo do spoznaje da ako je sorta ujednačena također se smatra postojanom te se u praksi ne provodi zasebno ispitivanje kriterija postojanosti.

### Svojstva sorti ozimog ječma kao osnova DUS ispitivanja

Sorta je definirana svojim svojstvima koja su osnova za izvođenje DUS ispitivanja. Prema tehničkom protokolu CPVO-a i UPOV-a tijekom DUS ispitivanja utvrđuju se ona svojstva nove sorte (Tablica 1.) koja su relevantna za utvrđivanje različitosti jedne sorte od druge, zatim za utvrđivanje ujednačenosti i postojanosti. U Tablici 1. također se nalaze oznake metoda odnosno načina utvrđivanja različitosti i ujednačenosti koje se temelje na vizualnom opažanju te na mjerenoj određenoj broja biljaka ili dijelova biljaka (Tablica 2.).

Na ekspresiju genetski uvjetovanih kvalitativnih i kvantitativnih svojstava mogu u određenoj mjeri utjecati faktori okoline, stoga se u pravilu koriste ona svojstva na koja faktori okoline najmanje utječu.

Tablica 1. DUS svojstva prema CPVO i UPOV tehničkom protokolu za ječam

CPVO Br.	UPOV Br.	Svojstva	Faza razvoja <sup>1</sup> / Metoda / Tip ekspresije
1	28	Zrno: obojanost aleurona	00 / A; VG / PQ
2	1	Biljka: tip busanja	25-29 / B;VG / QN
3	2	Donji listovi: dlakavost rukavca lista	25-29 / A;VG / QL
4		List zastavičar: intenzitet obojenosti auricula antocijanom	45-49 / B;VG / QN
5	5	List zastavičar: položaj	49-51 / B;VG / QN
6	6	List zastavičar: voštana prevlaka na rukavcu	50-60 / B;VG / QN
7	7	Vrijeme klasanja (prvi klasić vidljiv na 50% listova)	50-52 / B;MG / QN
8		Osje: intenzitet obojenosti vrhova antocijanom	60-65 / B;VG / QN
9	10	Klas: voštanost	65-75 / B;VG / QN
10	11	Klas: položaj	70 / B;VG / QN
11	12	Biljka: visina (stabljika, klas, osje i produžeci pljevica)	80-92 / B;MG / QN
12	13	Klas: broj redova	80-92 / B;MG / QN
13	14	Klas: oblik	80-92 / A;VG / PQ
14	15	Klas: zbijenost	80-92 / A;VG / QN
15	16	Klas: duljina (bez osja)	80-92 / A;MS / QN
16	17	Osje: duljina (u usporedbi sa klasom)	80-92 / A;MS / QN
17	18	Rachis: dužina prvog segmenta	92 / A;MS / QN
18	19	Rachis: povijenost prvog segmenta	92 / A;VG / QN
19		Klas: razvijenost sterilnih klasića	92 / A;VG / QL
20	20	Sterilni klasići: položaj (u srednjoj trećini klasa)	92 / A;VG / PQ
21	21	Srednji klasić: dužina glume i njenog osja u odnosu na zrno	92 / A;VG / QN
22	22	Zrno: tip dlačica rahile	80-92 / A;VG / QL
23	23	Zrno: pljevica	92 / A;VG / QL
24	24	Zrno: antocijansko obojenje nerva leme	80-85 / B;VG / QN
25	25	Zrno: nazubljenost unutrašnjeg lateralnog nerva dorzalne strane leme	90 / A;VG / QN
26	26	Zrno: dlakavost ventralnog udubljenja	92 / A;VG / G,QL
27	27	Zrno: položaj lodikula	92 / A;VG / QL
28	29	Sezonalni tip	B;VG / PQ

<sup>1</sup> Decimalni kod faza razvoja prema skali EUCARPIA Bulletin Br.7, 1974, str. 49-52

Tablica 2. Metode opažanja svojstava

Oznaka	Metoda
A	Opažanja na uzorku veličine 100 biljaka za utvrđivanje ujednačenosti
B	Opažanja u parceli na uzorku veličine 2000 biljaka za utvrđivanje ujednačenosti
MG	Pojedinačno mjerenje grupe biljaka ili dijelova biljaka za utvrđivanje različitosti
MS	Mjerenje broja individualnih biljaka ili dijelova biljaka za utvrđivanje različitosti
VG	Vizualna opažanja pojedinačnim promatranjem grupe biljaka ili dijelova biljaka za utvrđivanje različitosti
VS	Vizualna opažanja promatranjem pojedinih biljaka ili dijelova biljaka za utvrđivanje različitosti

### Sorte u DUS ispitivanju ozimog ječma u razdoblju 2000 – 2014. godine

U Republici Hrvatskoj DUS ispitivanje se službeno provodi od 2000. godine, te su 2001. godine izdana prva Prethodna izvješća o DUS ispitivanju kao i naredne godine Završna izvješća o DUS ispitivanju sa pratećim opisom sorti. Zaključno sa 2014. godinom Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo - Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo izdao je ukupno 123 Prethodnih i Završnih izvješća o DUS ispitivanju sorti ozimog ječma. Pozitivno Završno izvješće sorte o DUS ispitivanju prati opis sorte koji fiksira sam identitet nove sorte.

Tablica 3. Pregled broja sorti kandidata, referentne kolekcije i sorti primjera u DUS ispitivanju ozimog ječma u razdoblju 2000 - 2014. godine

Godina	Sorte kandidati	Referentna kolekcija	Sorte primjeri	UKUPNO
2000/2001	13	47	22	82
2001/2002	15	47	19	81
2002/2003	8	54	19	81
2003/2004	4	58	12	74
2004/2005	5	60	12	77
2005/2006	6	60	16	82
2006/2007	7	64	12	83
2007/2008	6	130	12	148
2008/2009	22	157	12	191
2009/2010	16	177	12	205
2010/2011	8	180	12	200
2011/2012	-	-	-	-
2012/2013	4	188	12	204
2013/2014	9	249	12	270

U Tablici 3. se nalazi pregled broja sorti kandidata, referentne kolekcije i sorti primjera u DUS ispitivanju za razdoblje od 2000 – 2014. godine, te se iz predočenog vidi znatno povećanje broja sorti referentne kolekcije kroz godine ispitivanja. Povećanja broja sorti u referentnoj kolekciji je rezultat odluke vijeća Europske Unije da dodjeli Zavodu za sjemenarstvo i rasadničarstvo u Osijeku ekvivalencu za službeno ispitivanje sorti pšenice, ječma i kukuruza. Jedan od uvjeta je povećanja referentne kolekcije (annex II, Council Decision of 18 July 2006 on the equivalence

of the official examination of varieties carried out in Croatia). Stoga je Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo do jesenske sjetve DUS pokusa 2007. godine uspio prikupiti sorte referentne kolekcije ozime pšenice iz Mađarske, Slovačke, Češke i Italije. Konstantan je rad na povećanju i prikupljanju podataka za proširenje referentne kolekcije, što je vidljivo prema broju sorti u kolekciji DUS ispitivanja 2013/2014. Obzirom na agroklimatske uvjete i preporuku UPOV-a za formiranje regionalnih kolekcija, referentna kolekcija Zavoda sadrži sortiment ozimog ječma s Europskog kataloga sorti poljoprivrednog bilja nacionalnih Sortnih lista Hrvatske, Mađarske, Slovenije, Austrije, Slovačke, Češke, Srbije te Italije. Zamjetno je i opadanje broja UPOV-ih sorti primjera u DUS ispitivanju kroz godine. Uzrok tome je manjak količine sjemena pojedinih sorti kao i selekcija sorti koje nisu pogodne za klimatsko područje u kojem se ispitivanje provodi jer se radi o izuzetno kasnim genotipovima koji znatno kasnije klasaju i dozrijevaju u odnosu na sorte kandidate i sorte referentne kolekcije, te primarno nestaje njihova uloga u samom DUS ispitivanju, a to je da su primjer za ekspresiju određenog svojstva.

### Zaključak

DUS ispitivanje se provodi minimalno dvije godine za potrebe postupka priznavanja novih biljnih sorti, za postupak stjecanja oplemenjivačkog prava odnosno zaštitu novih biljnih sorti te za produženje upisa sorte u pripadajući upisnik.

Prema tehničkom protokolu za ječam (*Hordeum vulgare* L.) CPVO-TP/019/3 Final, osnova DUS ispitivanja su svojstva sorti koja su bitna za utvrđivanje različitosti, ujednačenosti i postojanosti te ih je kod ozimog ječma 28.

U razdoblju 2000 - 2014. godine Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo je izdao ukupno 123 Prethodna i Završna izvješća o DUS ispitivanju sorti ozimog ječma za potrebe postupka priznavanja sorti ozimog ječma u Republici Hrvatskoj.

Ukupno u DUS ispitivanju ozimog ječma u vegetacijskoj godini 2013/2014. je 270 sorti, što je povećanje od 3,3 puta u odnosu na ukupan broj sorti u DUS ispitivanju ozimog ječma u vegetacijskoj godini 2000/2001.

### Literatura

1. CPVO (2012): Protocol for distinctness, uniformity and stability test, TP/019/3 Final [http://www.cpvo.europa.eu/documents/TP/agr/TP\\_HORDEUM\\_VULGARE\\_019-3.pdf](http://www.cpvo.europa.eu/documents/TP/agr/TP_HORDEUM_VULGARE_019-3.pdf) (21.03.2012.).
2. Pravilnik o postupku utvrđivanja različitosti, ujednačenosti i postojanosti (DUS) novih biljnih sorti u svrhu dodjeljivanja oplemenjivačkog prava i priznavanja sorti (2011).
3. [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011\\_06\\_61\\_1373.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_06_61_1373.html) (03.06.2011.).
4. Pravilnik o upisu sorti u sortnu listu (2008).
5. [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008\\_04\\_45\\_1536.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_04_45_1536.html) (18.04.2008.).
6. UPOV (2000): International convention for the protection of new varieties of plants. Publikacija, International Union for the Protection of New Varieties of Plants. Geneva
7. UPOV (2005): General introduction to the examination of DUS and the development of Harmonized descriptions of new varieties of plants, TG/1/3, 4-26.
8. Zakon o sjemenu, sadnom materijalu i priznavanju sorti poljoprivrednog bilja (2005).
9. [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005\\_11\\_140\\_2644.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_11_140_2644.html) (22.11.2005.).

## DUS examination of new winter barley varieties in Republic of Croatia in period 2000 - 2014

### Abstract

DUS testing of new winter barley varieties is done according to Regulation for procedure of estimating distinctness, uniformity and stability of new plant varieties (Official Journal 61/11) and according to UPOV and CPVO technical guidelines. In the field and laboratory, the examination of DUS is done by the Croatia Centre for Agriculture, Food and Rural Affairs - Institute for Seed and Seedlings. DUS testing includes new varieties, reference collection varieties and example varieties. The variety is defined with its characteristics which are the base of DUS testing and according to CPVO technical guideline for barley there are 28 characteristics. By the end of 2014, Institute for Seed and Seedlings has issued 123 Preliminary and Final reports on DUS examination of winter barley for plant variety registration in Croatia.

**Key words:** DUS, winter barley, new varieties, characteristic

## Salinity effects on blackberry plants (*Rubus fruticosus* L.) grown *in vitro*

Tihana Marček<sup>1</sup>, Darko Velić<sup>1</sup>, Mirjana Sabo<sup>1</sup>, Krunoslav Dugalić<sup>2</sup>, Natalija Velić<sup>1</sup>,  
Ankica Pranjčić<sup>2</sup>, Daniela Amidžić Klarić<sup>3</sup>, Ilija Klarić<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Food Technology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, F. Kuhača 20, Osijek, Croatia, e-mail: tihana.marcek@ptfos.hr

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

<sup>3</sup>Clinical Hospital Dubrava, Avenija Gojka Šuška 6, Zagreb, Croatia

<sup>4</sup>Department of Public Health, R. Dž. Čauševića 1, Brčko DC, Bosnia and Herzegovina

### Abstract

Salinity stress is a constraint to productivity of agricultural crops worldwide. The aim of this study was to explore the effect of salt stress on blackberry plants (*Rubus fruticosus* L. var. čačanska Bestrna). Plants were subjected to 15 and 35 mM NaCl for 29 days under *in vitro* conditions and the physiological response was measured. Salt stress (35 mM NaCl) caused significant increase in protein content as well as a remarkable induction of guaiacol peroxidase (POD), catalase (CAT) and ascorbate peroxidase (APX) activities indicating that blackberry had an effective antioxidative defence mechanism. Malondialdehyde (MDA) content did not change significantly after NaCl exposure indicating that scavenging of ROS by antioxidative enzymes provided salinity resistance. Furthermore, proline is not a specific indicator of salt stress response in blackberry.

**Key words:** blackberry, proline, salt stress, malondialdehyde, antioxidative enzymes

### Introduction

Salinity as abiotic stress factor is one of the major environmental factors thereby disturbing plant growth and distribution. Extensive salt concentrations in plants cause considerable morphological, biochemical, physiological and molecular changes resulting in yield and quality losses (Ayala-Astorga and Alcaraz-Meléndez, 2010.). In natural habitat plants are often subjected to water deficits accompanied by salinity and heat stress (Ahmad et al., 2008.).

Detrimental effects of plant exposure to salt stress include osmotic and ionic stress, dehydration, inhibition of photosynthesis and protein synthesis, chlorosis and necrosis, growth reduction and production of highly reactive oxygen species (ROS). Furthermore, the toxicity caused by sodium and chloride ions causes an imbalance of nutrients (Ashraf and Foolad, 2007., Munns and Tester, 2008.).

In order to protect themselves against salinity, plants have developed different kinds of strategies which mitigate adverse effects of salt in the cell. The most frequent response to salt stress is the production of compatible osmolytes like proline. Under stressful conditions, proline plays crucial

role in ROS detoxification, increases the activities of enzymes, contributes to the membrane stability or acts as a signal molecule (Cuin and Shabala, 2008., Szabadós and Saviouré, 2009.).

Salt stress triggers the oxidative stress through overproduction of ROS. The accumulation of ROS in the cell induces antioxidative enzymes such as catalase (CAT), non-specific peroxidase (POD), superoxide dismutase (SOD) and ascorbate peroxidase (APX) that effectively reduce the levels of superoxide and hydrogen peroxide, which can seriously endanger the structure of membrane phospholipid bilayer and cause unspecific oxidation of proteins and nucleic acids (Miller et al., 2009.). Additionally, the antioxidative response represents an important marker of stress tolerance in higher plants (Xiong and Zhu, 2002.).

According to its capability to tolerate increased salt concentration in cytosol, blackberry (*Rubus fruticosus* L.) is a glycophyte plant. Glycophytes are salt sensitive plants which can successfully tolerate salt concentration in cytosol in the range from 50 to 100 mM NaCl (Munns and Tester, 2008.).

The aim of this research was to investigate the effect of salt stress (15 and 35 mM NaCl) on blackberry (*Rubus fruticosus* L. var. čačanska Bestrna) raised under *in vitro* conditions by determining protein and proline content, lipid peroxidation and activities of antioxidative enzymes.

## Material and methods

Blackberry (*Rubus fruticosus* L. var. čačanska Bestrna) seedlings, provided by the Agricultural Institute Osijek (Croatia), were grown in a growth chamber ( $24 \pm 2^\circ\text{C}$ , light intensity  $2,963 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$  and photoperiod 16 h light/8 h darkness) on solid Driver and Kuniyuki medium (DKW) (Driver and Kuniyuki, 1984.) without growth regulators. After multiplication, the explants were subjected to salt treatments by adding 15 and 35 mM NaCl to DKW. A medium without addition of NaCl was used as control. After 29 days, shoots were harvested and stored until analyses.

For protein and enzyme extraction, 250 mg of fresh tissue was homogenized in 50 mM potassium phosphate buffer (pH 7.0) by addition of 0.1 mM ethylenediaminetetraacetic acid, 5 mM ascorbate acid and polyvinylpyrrolidone, centrifuged at 21 000 g for 30 min at  $4^\circ\text{C}$  and supernatants were used for determination of total protein content (Bradford, 1976.) and enzyme activity. POD activity was measured as peroxidation of hydrogen peroxide with guaiacol as an electron donor at 470 nm (Chance and Maehly, 1955.). CAT activity was estimated by the decrease in absorbance at 240 nm (Aebi, 1984.). APX activity was analysed by monitoring the decrease in absorbance of ascorbate at 290 nm (Nakano and Asada, 1981.). For all enzyme assays, activities were expressed as units (U) of enzyme activity per milligram of protein [ $\text{U mg}^{-1}_{\text{proteins}}$ ].

In order to determine free proline content, fresh material (50-100 mg) was extracted in 3% (w/v) sulphosalicylic acid and centrifuged at 21 000 g for 40 min. After addition of acid ninhydrin and glacial acetic acid, the mixture containing supernatant was heated at  $100^\circ\text{C}$  for 1 h and then cooled in an ice bath. The mixture was extracted with toluene and the absorbance of fraction with toluene was read at 520 nm (Bates et al., 1973.). Proline concentration was determined using a calibration curve obtained with L-proline solutions ranging from 50 to 700  $\mu\text{M}$  and expressed as micromols per gram of fresh weight [ $\mu\text{mol g}^{-1}_{\text{FW}}$ ].

The content of malondialdehyde (MDA), the final product of lipid peroxidation, was measured according to Heath and Packer (1968). A fresh sample (100 mg) was homogenized using 0.3% (w/v) thiobarbituric acid (TBA) in 10% (w/v) trichloroacetic acid (TCA), incubated at  $95^\circ\text{C}$  for 40 min and cooled in an ice bath. The samples were centrifuged (21 000 g for 20 min) and the absorbance of the supernatant was read at 532 nm and corrected for non-specific turbidity by



subtracting the absorbance at 600 nm. 0.3% TBA in 10% TCA solution was used as a blank. The MDA content was quantified using the molar extinction coefficient as  $155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ .

All results were expressed as means of three replicates ( $\pm$ SE) and compared by one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test at  $P < 0.05$ . Statistical analyses were performed using STATISTICA 12 (Stat Soft, Inc., USA) software package.

## Results and discussion

In the blackberry plants salt stress (35 mM NaCl) caused significant increase in protein content in comparison to control (Figure 1A), indicating that protein accumulation in the blackberry could be a specific marker of salt resistance (Saqib et al., 2006.). The same was described in wheat cultivars (Shaddad et al., 2013.). Plants treated with the highest NaCl concentration (35 mM) showed significant increase in POD, APX and CAT activities as well as high APX activity at 15 mM NaCl compared to untreated plants (Figures 1D, 1F, 1E) implying that these antioxidative enzymes could be a part of plant defence mechanism against salinity (Jung, 2004.). The connection between increased activities of POD, CAT and APX and salt resistance has been described in salt tolerant tomato (*Lycopersicon pennellii*) (Mittova et. al., 2002.) and mulberry (*Morus alba* L.) genotype (Sudhakar et al., 2001.).

MDA content, a marker of lipid peroxidation, did not change significantly at both salt treatments (15 and 35 mM NaCl) (Figure 1C) which could be related to pronounced POD, CAT and APX activities (Figures 1D, 1E, 1F) indicating their role in preserving the membrane integrity (Maia et al., 2010.). The same was observed in wheat (Esfandiari et al., 2007.).

Salt stress did not induce major changes in proline production in regard to control (Figure 1B), so it can be assumed that proline is not a part of plant response to stress induced by NaCl. According to Tester and Davenport (2003.) decreased proline accumulation could be associated with effective compartmentalization of  $\text{Na}^+$  into vacuoles in order to avoid its detrimental effects in the cytosol. A inhibited proline synthesis under salt treatments was reported for rice (Lutts et al., 1999.). On the contrary, a great proline contribution in maintaining the membrane stability during salt condition was noticed in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) (Marček et al., 2014.).

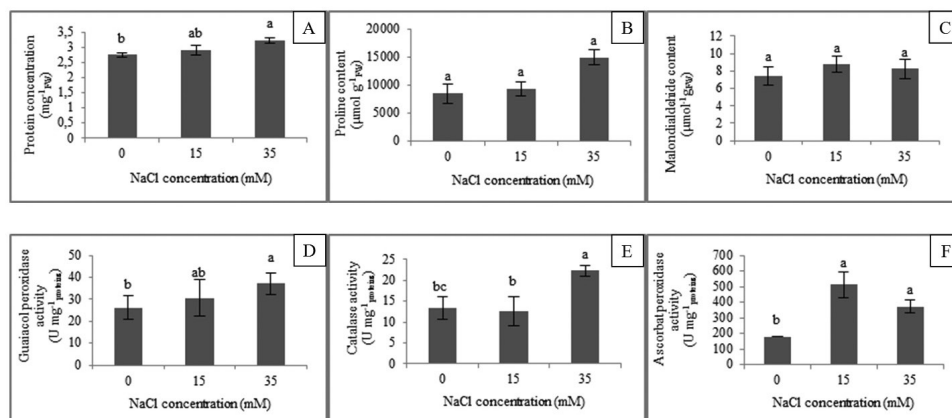


Figure 1. Protein (A), proline (B) and malondialdehyde (MDA) content (C) and activities of POD (D), CAT (E) and APX (F) in blackberry explants under different concentration of NaCl for 29 days. Different superscript letter(s) indicate significant differences among treatments at the 5% level of significance in Duncan's multiple range test. The means with the same letter are not significantly different.

## Conclusion

Blackberry plants exposed to NaCl stress showed enhanced protein production and increased activities of POD, APX and CAT, which could be the reason why the level of lipid peroxidation remains unchanged under salt treatments. Our data makes it evident that in blackberry proline is not a specific marker of salt response.

## References

1. Aebi, H. (1984): Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, 105, 121-126.
2. Ahmad, P., John, R., Sarwat, M., Umar, S. (2008): Responses of proline, lipid peroxidation and antioxidative enzymes in two varieties of *Pisum sativum* L. under salt stress. International Journal of Plant Production, 2 (4), 353-365.
3. Ashraf, M., Foolad, M.R. (2007): Improving plant abiotic-stress resistance by exogenous application of osmoprotectants glycinebetaine and proline. Environmental and Experimental Botany, 59, 206-216.
4. Ayala-Astorga, G.I., Alcaraz-Melendez, L. (2010): Salinity effects on protein content, lipid peroxidation, pigments, and proline in *Paulownia imperialis* (Siebold & Zuccarini) and *Paulownia fortunei* (Seemann & Hemsley) grown *in vitro*. Electronic Journal of Biotechnology, 13 (5), 1-15.
5. 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.
6. Bradford, M.M. (1976): A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72, 248-254.
7. Chance, B., Maehly, A.C. (1955): Assay of catalases and peroxidases. Methods in Enzymology, 2, 764-775.
8. Cuin, T.A., Shabala, S. (2008): Compatible solutes mitigate damaging effects of salt stress by reducing the impact of stress-induced reactive oxygen species. Plant Signal Behaviour, 3, 207-208.
9. Driver, J.A., Kuniyuki, A.H. (1984): *In vitro* propagation of Paradox walnut *Juglans hindsii* × *Juglans regia* rootstock. Horticultural Science, 19, 507-509.
10. Esfandiari, E., Fariborz Shekari, F., Shekari, F., Esfandiari, M. (2007): The effect of salt stress on antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation on the wheat seedling. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 35, 48-56.
11. Heath, R.L., Packer, L. (1968): Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives in Biochemistry and Biophysics, 125, 189-198.
12. Jung, S. (2004): Variation in antioxidant metabolism of young and mature leaves of *Arabidopsis thaliana* subjected to drought. Plant Science, 166, 459-466.
13. Lutts, S., Majerus, V., Kinet, J.M. (1999): NaCl effects on proline metabolism in rice (*Oryza sativa*) seedlings. Physiologia Plantarum, 105(3), 450-458.
14. Maia, J.M., Voigt, E.L., Macêdo, C.E.C., Ferreira-Silva, S.L., Silveira, J.A.G. (2010): Salt-induced changes in antioxidative enzyme activities in root tissues do not account for the differential salt tolerance of two cowpea cultivars. Brazilian Journal of Plant Physiology, 22 (1), 113-122.
15. Marček, T., Tkalec, M., Vidaković-Cifrek, Ž., Ježić, M., Čurković-Perica, M. (2014): Effect of NaCl stress on dihaploid tobacco lines tolerant to *Potato virus Y*. Acta Physiologiae Plantarum, 36, 1739-1747.
16. Miller, G., Suzuki, N., Ciftci-Yilmaz, S., Mittler, R. (2009): Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. Plant and Cell Environment, 33, 453-467.
17. Mittova, V., Tal, M., Volokita, M., Guy, M. (2002): Salt stress induces up-regulation of an efficient chloroplast antioxidant system in the salt-tolerant wild tomato species *Lycopersicon pennellii* but not in the cultivated species. Physiologia Plantarum, 115, 393-400.
18. Munns, R., Tester, M. (2008): Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59, 651-681.

19. Nakano, Y., Asada, K. (1981): Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate - specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant Cell and Physiology*, 22, 867-880.
20. Saqib, M., Zörb, C., Schubert, S. (2006): Salt-resistant and salt-sensitive wheat genotypes show similar biochemical reaction at protein level in the first phase of salt stress. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 169, 542-548.
21. Shaddad, M.A.K., El-Samad, A.H.M., Mostafa, D. (2013): Role of gibberellic acid (GA3) in improving salt stress tolerance of two wheat cultivars. *Global Journal of Biological and Biomedical Research*, 1, 1-8.
22. Sudhakar, C., Lakshmi, A., Giridarakumar, S. (2001): Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) under NaCl salinity. *Plant Science*, 161, 613-619.
23. Szabados, L., Savoure, A. (2009): Proline: a multifunctional amino acid. *Trends in Plant Science*, 15, 89-97.
24. Tester, M., Davenport, R. (2003): Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. *Annales of Botany*, 91, 503-527.
25. Xiong, L., Zhu, J.K. (2002): Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. *Plant Cell Environment*, 25, 131-139.

## Učinci saliniteta na kupinu (*Rubus fruticosus* L.) uzgojenu *in vitro*

### Sažetak

Salinitet predstavlja ograničavajući čimbenik za produktivnost poljoprivrednih kultura u svijetu. Cilj ovog istraživanja bio je istražiti učinak solnog stresa u kupine (*Rubus fruticosus* L. var. čačanska Bestrna). Fiziološki odgovor biljaka izloženih djelovanju 15 i 35 mM NaCl u uvjetima *in vitro* izmjeren je nakon 29 dana tretmana. Solni stres (35 mM NaCl) uzrokovao je značajno povećan sadržaj proteina te značajno povećanje aktivnosti gvajakol peroksidaze (POD), katalaze (CAT) i askorbat peroksidaze (APX) što ukazuje kako kupina ima učinkoviti antioksidacijski obrambeni mehanizam. Nakon izlaganja NaCl sadržaj malondialdehida (MDA) se nije značajnije promijenio iz čega se može zaključiti kako uklanjanje ROS od strane antioksidacijskih enzima pridonosi otpornosti na salinitet. Izrazita akumulacija prolina na 35 mM NaCl upućuje da u kupine prolin ublažava ozljede izazvane salinitetom. Nadalje, u kupine prolin nije specifični pokazatelj odgovora na salinitet.

**Ključne riječi:** kupina, prolin, solni stres, malondialdehid, antioksidacijski enzim

# Utjecaj oprašivača na pomološka svojstva i kakvoću plodova jabuke sorte 'Elstar'

Martina Skendrović Babojelić<sup>1</sup>, Vesna Janjić<sup>2</sup>, Marina Zrilić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska, e-mail: mskendrovic@agr.hr

<sup>2</sup>Studenti, Agronomski fakultet Zagreb, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

## Sažetak

Istraživan je utjecaj polena oprašivača na pomološka svojstva i kakvoću plodova jabuke sorte 'Elstar'. Provedeno je kontrolirano oprašivanje polenom sorata oprašivača: 'Golden Delicious klon B', 'Julyred', 'Jerseymac', 'Idared', 'Gala' te slobodno oprašivanje.

Analizom dobivenih rezultata utvrđeno je da polen različitih sorata oprašivača nije utjecao na masu, visinu i širinu ploda. Najveći broj sjemenki imali su plodovi kombinacije 'Elstar' x 'Golden Delicious klon B', 'Elstar' x 'Jerseymac' i 'Elstar' x slobodno oprašivanje, dok su najmanji broj sjemenki imali plodovi kombinacije oprašivanja 'Elstar' x 'Julyred'. Najmanja masa sjemenki utvrđena je kod plodova kombinacije 'Elstar' x 'Idared' i 'Elstar' x 'Golden Delicious klon B', a plodovi kombinacije 'Elstar' x 'Julyred' imali su najveću masu sjemenke. Statistički značajno najveća tvrdoća, indeks razgradnje škroba i udio ukupnih kiselina utvrđeni su kod slobodnog oprašivanja sorte 'Elstar'. Polen različitih sorata imao je utjecaj na majčinsko tkivo ploda jabuke, pri čemu je došlo do promjena fizikalno kemijskih svojstava i kakvoće plodova.

**Ključne riječi:** jabuka, kontrolirano oprašivanje, polen, svojstva i kakvoća ploda

## Uvod

Jabuka (*Malus domestica* Borkh.) je najznačajnija listopadna voćna vrsta. Po proizvodnji, prometu i potrošnji u svijetu, nalazi se na trećem mjestu (iza agruma i banana). U Republici Hrvatskoj jabuka je voćna vrsta koja se najviše konzumira, a prema količini proizvodnje plodova nalazi se na prvom mjestu (DZS, 2013.). Kod stranooplodnih voćaka u koje se ubraja i jabuka, za uspješnu oplodnju i rodnost važno je pravilno odabrati sorte oprašivače. Na proces oplodnje i zametanja plodova jabuke utječe velik broj čimbenika. Zametanje plodova je rezultat niza povezanih procesa od samog prijenosa polena na njušku tučka, energije klijavosti polena, brzine rasta polenove cijevčice, trajanja života sjemenog zametka do same oplodnje i početka rasta ploda. Navedeni procesi značajno variraju između vrsta, sorata, godina (Sanzol i Herrero, 2001.) te ukoliko se ti procesi zbog određenih problema ne odvijaju u pravom smjeru u konačnici će doći do izostanka priroda.

Dosadašnja istraživanja sorata oprašivača bila su usmjerena na njihovu klijavost polena, poduzetnost u cvatnji sa glavnom sortom i sl. Budući da je jabuka poznata po multialelnoj gametofitskoj inkompatibilnosti uvjetovanom pojedinačnim S-genom, važno je informirati se o S-alelima

za pojedine sorte, kako bi izbor adekvatnih oprašivača u komercijalnim nasadima bio što kvalitetniji (Adachi i sur., 2009.). Jabuke zahtijevaju barem dvije genetski različite sorte za uspješnu oplodnju i razvoj ploda (Matsumoto i sur., 2008.).

Oprašivanjem cvjetova polenom različitih sorata može se pozitivno utjecati na morfološka svojstva plodova oprašene sorte (npr. promjenu oblika, povećanje mase ploda i broja sjemenki i dr.) što u praksi može zauzeti poseban gospodarski značaj. Poznato je da oprašivač ima utjecaj na čitav niz svojstava ploda. To djelovanje oprašivača na majčinsko tkivo ploda naziva se ksenija odnosno metaksenija (Nebel i Trump, 1932.). Ova pojava je općenito raširena u biljnom svijetu i ima svoje veliko evolucijsko značenje u smislu održavanja heterozigotnosti i opstanka vrste. Treba imati u vidu da se utjecaj ksenije nalazi u interakciji s okolinom i da varira ovisno o kombinaciji oprašivanja (Bullant i Gallais, 1998.). Ovi čimbenici mogu biti i razlog zašto u nekim vrstama nije zabilježen utjecaj oprašivača (Ketchie i sur., 1996.). Očito se radi o području koje je slabo istraživano, a koje može znatno utjecati na bolje razumijevanje biljne fiziologije i genetike, te dovesti do razvoja novih metoda oplemenjivanja i proizvodnje voća. Stoga je cilj ovog istraživanja bio utvrditi utjecaj polena različitih sorata oprašivača na pomološka svojstva i kakvoću plodova jabuke sorte 'Elstar' u uvjetima kontinentalne klime RH.

## Materijal i metode

### *Objekt istraživanja*

Pokus je bio postavljen u voćnjaku 'Miljanovci' kraj Daruvara koji je podignut u gustom sklopu na podlozi M9 s razmakom sadnje 3,20 m x 0,70 m. Provedeno je kontrolirano oprašivanje na majčinskoj sorti 'Elstar' pomoću polena različitih sorata oprašivača - 'Julyred', 'Jerseymac', 'Golden Delicious klon B', 'Gala', 'Idared' i slobodna kombinacija oprašivanja. Za majčinsku sortu 'Elstar' po potpuno slučajnom rasporedu odabrano je 5 pokusnih stabla na kojima je izmjeren promjer debla i izračunata površina poprečnog debla (TCSA), kako bi se utvrdilo da su sva pokusna stabla bila habitusom uniformirana.

### *Kontrolirano oprašivanje*

Uzimanje polena sorata oprašivača 'Julyred', 'Jerseymac', 'Golden Delicious klon B', 'Gala', 'Idared' obavljeno je u fenofazi bijelih balona. Otkinut je određen broj cvjetova iz kojih su češljem odstranjene polenovnice na bijeli papir. Polenovnice su ostavljene nekoliko dana na sobnoj temperaturi da polen sazrije, a zatim je polen sakupljen u plastične kutijice koje su do oprašivanja čuvane u eksikatoru u frižideru. U fenofazi crvenih glavica pomoću papirnatih ('natron') vrećica izvršena je izolacija izbojaka (grana) s cvjetovima. Na svako stablo majčinske sorte stavljeno je 5 izolacijskih vrećica, a prosječan broj gronja bio je 4-6 po jednoj izolacijskoj vrećici. Oprašivanje izoliranih cvjetova kistom obavljeno je u fenofazi pune cvatnje (otvoreno 50 % cvjetova). Sedam do deset dana nakon oprašivanja skinute su izolacijske vrećice kako bi plodovi nastavili normalan rast i razvoj. U vrijeme cvatnje srednje dnevne temperature zraka iznosile su 11-15 °C, a prosječna relativna vlaga zraka 82 % (Izvor:DHMZ).

### *Fizikalno kemijska analiza plodova*

Plodovi su ubrani u optimalnom roku berbe i dopremljeni u laboratorij Zavoda za voćarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, gdje su provedene fizikalno kemijske analize na 20 plodova svake kombinacije oprašivanja.

Masa ploda je utvrđena na analitičkoj vagi (Mettler Toledo P1210.) i izražena je u gramima (g). Visina (V) i širina (Š) ploda mjereni su pomoću digitalnog pomičnog mjerila (Somet, CR). Tvrdća plodova određena je ručnim penetrometrom (Effegi FT 327) sa skalom izraženom u kg/cm<sup>2</sup> i klimpom promjera 11 mm. Udio topljive suhe tvari (TST) izmjeren je refraktometrom (ATAGO PAL-1, Japan) i izražen je u °Brix. Škrobni test proveden je s otopinom Jod-Jod Kalija (JJK). Udio ukupnih kiselina (UK) određen je postupkom acidimetrije uz indikator bromtimol-plavi. Izračunat je udio ukupnih kiselina, i izražen u postotcima kao jabučna kiselina. Nakon izvršenog poprečnog prereza ploda, iz sjemenjače su izvađene sjemenke i utvrđen je broj i masa sjemenki.

### Statistička obrada podataka

Dobiveni podaci analizirani su pomoću statističkog programa SAS verzije 8.12 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) metodom ANOVA i Tukeyevim HSD testom uz  $P \leq 0,05$ .

### Rezultati i rasprava

Nakon provedene analize, uočeno je da polen sorata oprašivača nije utjecao na masu, visinu i širinu plodova majčinske sorte 'Elstar' (Tablica 1.). Prema navodima drugih autora (Nebel i Trump, 1932., Marquard, 1988., Gupton i Spiers, 1994., Degani i sur., 1995., Dag i sur., 1999., Dogterom i sur., 2000.) utjecaj polena ovisi o kombinaciji međusobno oprašivanih sorata, pa su moguće različite interakcije. Razlike u masi plodova su sortna osobina, a isto tako na masu ploda značajno utječu i klimatski čimbenici, podloga i broj plodova na stablu i sl. (Filipović, 2006.). Pod utjecajem polena kod različitih kombinacija oprašivanja došlo je do statistički značajnih razlika u ukupnom broju, kao i broju zdravih sjemenki po plodu, te masi sjemenki (Tablica 1.). Plodovi nakon slobodnog oprašivanja imali su i najveći broj zdravih sjemenki, a značajno najmanji broj zdravih sjemenki su imali plodovi kombinacije 'Elstar' x 'Julyred' koji su ujedno imali i najveću masu pojedine sjemenke. Utjecaj polena na svojstva sjemenki dokazali su i drugi autori. Dag i Mizrahi (2005.) utvrdili su da je broj sjemenki u jakoj korelaciji sa veličinom ploda kod mnogih vrsta, a Ni Luh i sur., (2012.) navode da geni očinskog roditelja (polen) mogu znatno utjecati na svojstva ploda i broj sjemenki. Kahn i sur., (2003.) navode da je kod oprašivanja tropske jabuke majčinska strana imala utjecaj na sjemenke, ali je učinak polena značajno utjecao na masu i broj sjemenki po plodu.

Tablica 1. Utjecaj polena sorata oprašivača na pomološka svojstva plodova jabuke sorte 'Elstar'

Kombinacije oprašivanja	Masa ploda (g)	Visina ploda (cm)	Širina ploda (cm)	Ukupan br. sjemenki/plodu	Broj zdravih sj.	Masa zdravih sj. (mg)	Masa 1 sj. (mg)
'Elstar' x 'G. D. klon B'	150,9 <sup>a</sup> ±26,5	59,2 <sup>a</sup> ±5,21	71,7 <sup>a</sup> ±4,52	7,0 <sup>a</sup> ±1,62	5,5 <sup>ab</sup> ±1,70	336 <sup>b</sup> ±110	61,0 <sup>c</sup> ±6,48
'Elstar' x 'Julyred'	152,5 <sup>a</sup> ±21,3	60,0 <sup>a</sup> ±3,94	72,2 <sup>a</sup> ±3,80	5,0 <sup>b</sup> ±2,55	4,1 <sup>a</sup> ±1,62	300 <sup>b</sup> ±100	75,1 <sup>a</sup> ±7,28
'Elstar' x 'Jerseymac'	143,4 <sup>a</sup> ±23,7	58,9 <sup>a</sup> ±5,25	69,9 <sup>a</sup> ±4,25	7,0 <sup>a</sup> ±1,72	5,6 <sup>b</sup> ±1,73	343 <sup>b</sup> ±107	61,6 <sup>bc</sup> ±5,09
'Elstar' x 'Idared'	148,2 <sup>a</sup> ±30,1	58,9 <sup>a</sup> ±6,20	70,1 <sup>a</sup> ±5,30	6,0 <sup>ab</sup> ±1,08	5,3 <sup>abc</sup> ±1,80	328 <sup>b</sup> ±120	59,3 <sup>c</sup> ±16,67
'Elstar' x 'Gala'	150,9 <sup>a</sup> ±19,8	60,4 <sup>a</sup> ±8,54	71,0 <sup>a</sup> ±4,24	6,0 <sup>ab</sup> ±1,55	4,7 <sup>b</sup> ±1,84	295 <sup>b</sup> ±121	63,9 <sup>bc</sup> ±8,05
'Elstar' -Slob. opraš.	153,2 <sup>a</sup> ±16,7	57,2 <sup>a</sup> ±3,29	72,0 <sup>a</sup> ±2,66	7,0 <sup>a</sup> ±1,37	6,3 <sup>a</sup> ±1,38	432 <sup>a</sup> ±101	68,8 <sup>ab</sup> ±7,74

\*\*\*Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar kombinacija križanja nisu statistički značajne prema Tukeyevom HSD testu uz  $P \leq 0,05$

Utjecaj polena sorata oprašivača na kakvoću plodova jabuke sorte 'Elstar' prikazan je u Tablici 2. Tvrdća ploda se kod većine kombinacija oprašivanja statistički značajno razlikuje. Najveća tvrdća ploda utvrđena je kod slobodnog oprašivanja sorte 'Elstar' te iznosi 7,16 kg/cm<sup>2</sup>. Nešto

manju tvrdoću imali su plodovi kombinacije 'Elstar' x 'Idared' (7,08 kg/cm<sup>2</sup>), a značajno najmanju tvrdoću plodova imali su plodovi kombinacija 'Elstar' x 'Golden Delicious klon B' (6,37 kg/cm<sup>2</sup>). Dobiveni rezultati ukazuju da polen može imati utjecaj na tvrdoću ploda jabuke što se poklapa i s istraživanjima Bodora i sur., (2008.).

Indeks razgradnje škroba bio je statistički značajno različit ovisno o kombinaciji oprašivanja, a kretao se u rasponu od 2,0 ('Elstar' x 'Julyred') do 2,6 ('Elstar' x 'Idared'). Najveći udio topljive suhe tvari utvrđen je kod plodova kombinacije 'Elstar' x 'Idared' (10,7 °Brix), a značajno najmanji udio topljive suhe tvari utvrđen je kod kombinacije 'Elstar' x 'Jerseymac' gdje iznosi 9,7 °Brix. Kod ostalih kombinacija oprašivanja također postoje značajne razlike u udjelu topljive suhe tvari. Utvrđen utjecaj polena na udio topljive suhe tvari može biti značajan pokazatelj kakvoće plodova budući da se smatra da je topljiva suha tvar dobar pokazatelj količine šećera u plodu jabuka (Hoehn i sur., 2003.).

Statistički značajne razlike utvrđene su i u udjelu ukupnih kiselina. Najveći udio ukupnih kiselina (0,98 %) utvrđen je kod plodova slobodnog oprašivanja sorte 'Elstar', a najmanji kod plodova kombinacije 'Elstar' x 'Idared' i iznosi 0,64 %. Plodovi kombinacije 'Elstar' x 'Golden Delicious klon B' i 'Elstar' x 'Julyred' nisu se značajno razlikovali u udjelu ukupnih kiselina. Rezultati ovih istraživanja se poklapaju sa većinom istraživanja drugih autora koji navode da se pojedina fiziikalna i kemijska svojstva plodova jabuka smanjuju odnosno povećavaju ovisno o izboru polenskih roditelja (Nebel i Trump, 1932., Kumar i sur., 2005., Bodor i sur., 2008.).

Tablica 2. Utjecaj polena sorata oprašivača na kakvoću plodova jabuke sorte 'Elstar'

Kombinacije oprašivanja	Tvrdoća (kg/cm <sup>2</sup> )	Indeks razgradnje škroba (1-5)	Topljiva suha tvar (°Brix)	Ukupne kiseline (%)
'Elstar' x 'G. D. klon B'	6,37 <sup>a</sup> ±0,494	2,6 <sup>a</sup> ±0,53	9,9 <sup>bc</sup> ±0,81	0,87 <sup>b</sup> ±0,114
'Elstar' x 'Julyred'	6,51 <sup>c</sup> ±0,510	2,0 <sup>b</sup> ±0,44	10,1 <sup>abc</sup> ±0,54	0,87 <sup>b</sup> ±0,116
'Elstar' x 'Jerseymac'	6,75 <sup>bc</sup> ±0,540	2,5 <sup>a</sup> ±0,44	9,7 <sup>c</sup> ±0,47	0,81 <sup>bc</sup> ±0,163
'Elstar' x 'Idared'	7,08 <sup>ab</sup> ±0,466	2,4 <sup>a</sup> ±0,44	10,7 <sup>a</sup> ±0,53	0,64 <sup>d</sup> ±0,124
'Elstar' x 'Gala'	6,55 <sup>c</sup> ±0,471	2,3 <sup>ab</sup> ±0,41	10,1 <sup>abc</sup> ±0,82	0,72 <sup>cd</sup> ±0,099
'Elstar' x Slob. opraš.	7,16 <sup>a</sup> ±0,494	2,5 <sup>a</sup> ±0,46	10,3 <sup>ab</sup> ±0,77	0,98 <sup>a</sup> ±0,107

\*\*\*Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar kombinacija križanja nisu statistički značajne prema Tukeyevom HSD testu uz P ≤ 0.05

## Zaključci

Nakon provedenog istraživanja utvrđeno je da sorte oprašivači imaju utjecaj na pojedina fiziikalna i kemijska svojstva i kakvoću plodova jabuke sorte 'Elstar'. Značajne razlike utvrđene su u broju sjemenki po plodu, masi i broju zdravih sjemenki, tvrdoći plodova, indeksu razgradnje škroba, udjelu topljive suhe tvari i udjelu ukupnih kiselina, dok različite kombinacije oprašivanja nisu značajno utjecale na masu, visinu i širinu plodova jabuke sorte 'Elstar'. Na temelju rezultata sorta 'Idared' se može preporučiti kao dobar oprašivač za 'Elstar', zbog pozitivnog utjecaja na istraživana svojstva – posebno tvrdoću plodova te udio TST i ukupnih kiselina, međutim treba imati na umu da na svojstva plodova djeluju i drugi čimbenici koje treba jasno razlikovati od metaksenije. Uzroci koji izazivaju metakseniju i dalje su nepoznati što ukazuje na potrebu daljnjeg istraživanja ove pojave na drugim sortama, pogotovo zbog njenog korisnog djelovanja na kvalitativna i kvantitativna svojstva plodova.



## Literatura

1. Adachi, Y., Komori, S., Hoshikawa, Y., Tanaka, N., Abe, K., Bessho, H., Watanabe, M., Suzuki, A. (2009): Characteristics of fruiting and pollen tube growth of apple autotetraploid cultivars showing self-compatibility. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 78, 402–409.
2. Bodor, P., Gaál, M., Tóth, M. (2008): Metaxenia in apples cv. 'Rewena', 'Relinda', 'Baujade' as influenced by scab resistant pollinizers. *International Journal of Horticultural Science*, 14 (3), 11-14.
3. Bulant, C., Gallais, A. (1998): Xenia effects in maize with normal endosperm: I. Importance and stability. *Crop Science* 38, 1517–1525.
4. Dag, A., Gazit, S., Eisenstein, D., El-Batsri, R., Degani, C. (1999): Effect of the male parent on pericarp and seed weights in several Floridian mango cultivars. *Scientia Horticulturae* 82, 325-329.
5. Dag, A., Mizrahi, Y. (2005): Effect of pollination method on fruit set and fruit characteristics in the vine cactus *Selenicereus megalanthus* ('yellow pitaya'). *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 80, 618–622.
6. Degani, C., Stern, R. A., El-Batsri, R., Gazit, S. (1995): Pollen parent Effect on the selective abscission of 'Mauritius' and 'Floridian' Lychee Fruitlets. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120 (3), 523-526.
7. Dogterom, M. H., Winston, M. L., Mukai, A. (2000): Effect of pollen load size and source (self, outcross) on seed and fruit production in highbush blueberry cv 'Bluecrop' (*Vaccinium corymbosum*; Ericaceae). *American Journal of Botany*, 87(11), 1584-1591.
8. Državni hidrometeorološki zavod, Meteorološki podaci.
9. DZS - Državni zavod za statistiku RH (2013.): Statistička izvješća.
10. Filipović, K. (2006): Kvaliteta i pomološke karakteristike plodova vodećih sorata jabuka. Diplomski rad.
11. Gupton, C. L., Spiers, J. M. (1994): Interspecific and intraspecific pollination effects in rabbiteye and southern highbush blueberry. *HortScience*, 29(4), 324-326.
12. Hoehn, E., Gasser, F., Guggenbuhl, B., Kunsch, U. (2003): Efficacy of instrumental measurements or determination of minimum requirements of firmness, soluble solids, and acidity of several apple varieties in comparison to consumer expectations. *Postharv. Biol. and Tech.* 27, 27-37.
13. Kahn, T. L., Adams, C. J., Arpaia, M. L. (2003): Paternal and maternal effects on fruit and seed characteristics in cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Sci. Hortic.*, 59, 11-25.
14. Ketchie, D. O., Fairchild, E. D., Drake, F. R. (1996): Viability of different pear pollen and the effect on fruit set of Anjou pear (*Pyrus communis* L.). *Fruit Varieties journal*, 50(2), 118–124.
15. Kumar, R., Sharma, R. L., Kumar, K. (2005): Results of Experiments on Metaxenia in Apple. *Acta Hort.*, 696-696.
16. Marquard, R. D., (1988): Outcrossing rates in Pecan and the potential for increased yields. *Journal of American society for Horticultural Science*, 113(1), 84-88.
17. Matsumoto, S., Eguchi, T., Maejima, T., Komatsu, H. (2008): Effect of distance from early flowering pollinizers 'Maypole' and 'Dolgo' on 'Fiji' fruit set. *Sci. Hortic.* 117, 151–159.
18. Nebel, B. R., Trump, I. J. (1932): Xenia and Metaxenia in Apples. *Genetics* 18, 365-359.
19. Ni Luh, P. I., Sri, H., Fitriana, N., Edison, S., Irawati, Y. (2012): Maternal and paternal effect on the characters of Durian (*Durio zibethinus* Murr.) fruit from cross-pollination. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 20(2), 23-33.
20. Sanzol, J., Herrero, M., (2001): The 'effective pollination period' in fruit trees. *Scientia Horticulturae* 90, 1-17.



## The effect of pollinators on the pomological characteristics and fruit quality of apple cultivar 'Elstar'

### Abstract

The effect of pollinators on pomological characteristics and fruit quality apple cultivar 'Elstar' was studied. For this research, a controlled pollination was used with pollinator cultivars 'Golden Delicious clone B', 'Julyred', 'Jerseymac', 'Idared', 'Gala' and open pollination. The analysis of the results showed that pollen of different cultivars of pollinators did not affect the weight, height and width of the fruit. The highest number of seeds had fruits from combinations 'Elstar' x 'Golden Delicious clone B', 'Elstar' x 'Jerseymac' and 'Elstar' x open pollination, while the smallest number of seeds had fruits from combination 'Elstar' x 'Julyred'. The lowest seed weight was determined in fruits from combinations 'Elstar' x 'Idared' and 'Elstar' x 'Golden Delicious clone B', and fruits from combination 'Elstar' x 'Julyred' had the highest weight of seeds. Significantly highest fruit firmness, starch index and total acid content were determined in open pollination fruit 'Elstar'. Pollen of various cultivars has an impact on maternal tissue of apple fruit and changes occur on the physical and chemical characteristics and fruit quality.

**Key words:** apple, controlled pollination, pollen, fruit characteristics and quality

## Influence of *Xanthium strumarium* L. and *Abutilon theophrasti* Med. extracts on germination of maize and soybean seed

Bojan Konstantinović, Nataša Samardžić, Milan Blagojević, Branko Konstantinović

Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 8, Novi Sad, Serbia, e-mail: bojank@polj.uns.ac.rs

### Abstract

During 2014 allelopathic effects of *Xanthium strumarium* L. and *Abutilon theophrasti* Med. extracts on germination and initial development of maize (*Zea mays* L.), and soybean (*Glycine max* L.) were studied in laboratory conditions. In addition to the aqueous extracts out of dry mass of the tested weed species, extracts made by use of hexane, ethyl acetate and methanol in different concentrations were also used. The applied concentrations were 10, 20, 30 and 40 g/l of dry matter made out of *Xanthium strumarium* L. and *Abutilon theophrasti* Med. weed species. In comparison to the control, the maximum concentration of 40 g/l of the extract made from aqueous solution of *Abutilon theophrasti* Med. showed inhibitory effect on soybean seed epicotyls and hypocotyls length. The study was conducted in a randomized block design with 4 replications during which 25 seeds of maize and soybean were laid into Petri dishes. The applied extracts made out of dry matter of the both of the studied weed species *Xanthium strumarium* (L.) and *Abutilon theophrasti* Med. reduced maize seed germination for 14.8-26.83 % and soybean seed germination for 18.5-35.82 %, in comparison to the control in which it was 95 % and 92 %, respectively. After germination in a climate chamber, epicotyls and hypocotyls length of maize and soybean seeds were measured three, six and ten days following spraying by extracts.

**Key words:** allelopathy, extraction, maize, soybean, seed

## Utjecaj ekstrakata *Xanthium strumarium* L. i *Abutilon theophrasti* Med. na klijanje sjemena kukuruza i soje

### Sažetak

U laboratorijskim uvjetima tijekom 2014. godine istraživana je alelopatski utjecaj ekstrakata obične dikice *Xanthium strumarium* L. i teofrastove lipice *Abutilon theophrasti* Med. na klijavost sjemena i početni razvoj kukuruza (*Zea mays* L.) i soje (*Glycine max* L.). Pored vodenog ekstrakta iz suhe mase ispitivanih korovnih vrsta upotrijebljeni su i ekstrakti uz korištenje heksana, etilacetata, kao i metanola u različitim koncentracijama. Koncentracije koje su korištene su 10, 20, 30 i 40 g/l suhe tvari, koju čine korovne vrste *Xanthium strumarium* L. i *Abutilon theophrasti* Med. Ekstrakt vodene otopine *Abutilon theophrasti* Med. u najvećoj koncentraciji od 40 g/l inhibitorno je djelovao na dužinu epikotila i hipokotila soje u odnosu na kontrolu. Ispitivanje je provedeno po principu slučajnog blok sistema u 4 ponavljanja gdje je u petrijeve zdjelice postavljeno po 25 sjemenki usjeva kukuruza i isto tako soje. Od primijenjenih ekstrakata iz suhe tvari obje istraživane korovne vrste *Xanthium strumarium* L. i *Abutilon theophrasti* Med. smanjuju ukupnu klijavost zrna kukuruza čija je klijavost u kontroli 95 %, a soje 92 %. Dužina epikotila i hipokotila kukuruza i soje je nakon naklijavanja u klima komori mjerena tri, šest i deset dana nakon tretiranja ekstraktima.

**Ključne riječi:** alelopatija, ekstrakti, kukuruz, soja, sjeme

## Soil seed bank weeds in wheat and maize in Mačva region, Serbia

Bojan Konstantinović, Milan Blagojević, Nataša Samardžić,  
Nemanja Stošić, Branko Konstantinović

*Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Serbia, e-mail: bojank@polj.uns.ac.rs*

### Abstract

Knowledge of weed seed bank composition provides better insight into the influence of the applied crop rotation and herbicides to weeds. Spread of weed seeds is critical parameter in the development of weed populations and it could be the key to their control. The study carried out in 2013 at localities Orašac and Mišar, had the aim to establish quantity and distribution of weed seeds at different soil depths of 0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm u in wheat and maize crops. The aim was also to determine correlation of the present weed seed bank with crop rotation, as well as with herbicides used in previous years on the given plots. Number of weed species seed was calculated by the method of Conn (1987.) and Sharrt (1998.). Seeds were identified by identifiers according to Skender (1998.), Kronaveter and Boža (1994.) and Schermann (1966.), after which data were statistically processed. In wheat crop at locality Orašac, where vegetables, alfalfa and maize had been grown with minimal herbicide use for several years repeatedly, great number of weed seed was found (318.779,14/1m<sup>2</sup>), among which dominated seeds of *Portulaca oleracea* (229.932,52/1m<sup>2</sup>) and *Amaranthus retroflexus* (59.656,44/1m<sup>2</sup>). In maize crop at locality Mišar, where each year different culture was sown and herbicide use was more intensive, significantly lower number of weed seeds was found in comparison to the studied plot at locality Orašac (28.073,62/1m<sup>2</sup>), among which the most numerous was seed of *Stellaria media* (10.049,08/1m<sup>2</sup>) and *Amaranthus retroflexus* (5.263,80/1m<sup>2</sup>).

**Key words:** weeds, seed bank, wheat, maize

## Zemljišna banka sjemena korova u pšenici i kukuruзу u regiji Mačve, Srbija

### Sažetak

Poznavanje kompozicije banke sjemena korova omogućuje bolje sagledavanje utjecaja primijenjenog plodoreda i herbicida na korove. Širenje sjemena korova kritični je parametar u razvoju korovnih populacija i mogao bi biti ključ njihove kontrole. Istraživanje koje je provedeno 2013. godine na lokalitetima selo Orašac i selo Mišar, imalo je zadatak utvrditi količinu i rasprostranjenost sjemena korova na različitim dubinama zemljišta (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm) u usjevima pšenice i kukuruza. Cilj istraživanja je bio utvrditi korelaciju prisutne banke sjemena s plodoredom, kao i primijenjenim herbicidima u prethodnim godinama na danim parcelama. Broj sjemena korovnih vrsta izračunat je metodom Conn (1987.) i Sharrt (1998.). Sjeme je determinirano prema Skender (1998.), Kronaveter i Boža (1994.) i Schermann (1966.), a podaci su statistički obrađeni. U usjevu pšenice na lokalitetu Orašac, gdje su povrtlarske kulture, lucerna i kukuruz uzgajani po nekoliko godina uzastopno, uz minimalnu upotrebu herbicida, utvrđena je prisutnost velikog broja sjemena korova (318.779,14/m<sup>2</sup>) među kojima dominira sjeme *Portulaca oleracea* (229.932,52/m<sup>2</sup>) i *Amaranthus retroflexus* (59.656,44/m<sup>2</sup>). U usjevu kukuruza na lokalitetu Mišar, gdje je svake godine sijana druga kultura, a primjena herbicida bila intenzivnija, utvrđen je znatno manji broj sjemena korova u odnosu na ispitivanu parcelu na lokalitetu Orašac (28.073,62/m<sup>2</sup>), među kojima je najbrojnije sjeme *Stellaria media* (10.049,08/m<sup>2</sup>) i *Amaranthus retroflexus* (5.263,80/m<sup>2</sup>).

**Ključne riječi:** korovi, banka sjemena, pšenica, kukuruz

## Effect of some fungicides on development of *Cytospora* spp. isolates *in vitro*\*

Renata Iličić, Slobodan Vlajić, Jelica Balaž, Vladislav Ognjanov

*Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Serbia, e-mail: renata.ilicic@polj.uns.ac.rs*

### Abstract

In this work effect of some fungicides were tested on the development of fungus *Cytospora* spp. the causal agent of premature dieback of pome and stone fruit species *in vitro*. Isolates of the fungus *Cytospora* spp. were obtained from diseased trees of nectarines and diseased branches of sweet cherry. For testing the efficiency of fungicides were used fungicides based on: captan (Merpan 50 WP), dithianon (Delan 700 WG), thiophanate – methyl (Funomil WP) and copper hydroxide (Furguran – OH). Tests were performed in Petri dishes on PDA medium (Potato-Dextrose – Agar) in which was added fungicides after cooling. The control variant consist Petri dishes only with fungi. Application of the fungicides was performed according to manufacturer's instructions, in the concentration recommended for the practical application. Evaluation of fungicides efficiency was performed 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup> and 21<sup>th</sup> day measuring the diameters of mycelia growth. Comparing the efficiency of the all tested fungicides to the development of fungus *Cytospora* spp. originating from nectarines and sweet cherry it was found that the best effect were in the application of fungicides Merpan 50WP (0.3 % and 0.2 %), Funomil WP (0.05 % and 0.07 %) and Furguran – OH (0.5 % and 0.3 %) where manifested efficiency were of 100 % for the all recommended concentrations. Fungicide Delan WG 700 in isolates from nectarines with a 0.035 % concentration was determined efficiency of 80 % and at the concentration of 0.05 % efficiency was 84 %. Also, the reduced effect of the fungicide Delan 700 WG was observed in the case of isolate from sweet cherry in both concentrations. At a concentration of 0.035 % was determined efficiency of 81 % and in 0.05 % efficiency of 86 %. Based on this test we consider that the all tested fungicides manifested very high efficiency against pathogens *Cytospora* spp. *in vitro*.

**Key words:** *Cytospora* spp., fungicides, *in vitro*, efficiency

\*This work was supported by Serbian Ministry of Education, Science and Technological Development, Project No. TR31038. Slobodan Vlajić PhD grant student of Ministry of Education, Science and Technological Development

## Utjecaj nekih fungicida na razvoj izolata *Cytospora* spp. *in vitro*\*

### Sažetak

U radu je ispitivano djelovanje nekih preparata na razvoj gljive *Cytospora* spp. uzročnika prijevremenog izumiranja jabučastih i koštičavih voćnih vrsta u uvjetima *in vitro*. Izolati gljive *Cytospora* spp. su izolirani s oboljelih stabala nektarine i oboljelih grana trešnje. Za ispitivanje efikasnosti korišteni su fungicidi na bazi: kaptana (Merpan 50 WP), ditionona (Delan 700 WG), tiofanat-metila (Funomil WP) i bakar-hidroksida (Furguran - OH). Ispitivanja su provedena u petrijevim zdjelicama na podlozi od krumpira PDA (Potato-Dextrose-Agar) u koju je nakon hlađenja dodan preparat. Kontrolnu varijantu su činile petrijeve zdjelice zasijane samo micelijem gljiva. Primjena preparata izvedena je prema uputama proizvođača, držeći se propisanih koncentracija. Ocjena efikasnosti preparata vršena je 7., 14. i 21. dana mjerenjem promjera porasta micelija gljive. Uspoređivanjem efikasnosti ispitivanih preparata prema gljivi *Cytospora* spp. podrijetlom s nektarine i trešnje možemo zaključiti da je najbolje djelovanje utvrđeno kod preparata Merpan 50WP (0,3% i 0,2 %), Funomil WP (0,05% i 0,07 %) i Funguran - OH (0,5 % i 0,3 %), pri čemu je kod svih preporučenih koncentracija dobivena efikasnost iznosila 100 %. Primjenom preparata Delan 700 WG kod izolata s nektarine pri koncentraciji 0,035 % utvrđena je efikasnost od 80%, a kod koncentracije od 0,05 % efikasnost je iznosila 84 %. Također, smanjeno djelovanje preparata Delan 700 WG zabilježeno je i kod izolata s trešnje pri primjeni navedenih koncentracija. Primjenom 0,035 %-tne koncentracije utvrđena je efikasnost od 81 %, a kod 0,05 %-tne koncentracije efikasnost je iznosila 86 %. Na osnovu navedenog ispitivanja smatramo da svi ispitivani preparati pokazuju vrlo visoku efikasnost u suzbijanju patogena *Cytospora* spp. *in vitro*.

**Ključne riječi:** *Cytospora* spp., fungicidi, *in vitro*, efikasnost

\*Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva prosvjete, znanosti i tehnološkog razvoja Srbije, Projekt br. TR31038. Slobodan Vlajić doktorand Ministarstva prosvjete, znanosti i tehnološkog razvoja



# Section V



---

---

## **Machinery in Agriculture** **Mehanizacija u poljoprivredi**





## Ispitivanje tehničkih sustava u zaštiti bilja u Republici Hrvatskoj

Duro Banaj<sup>1</sup>, Vjekoslav Tadić<sup>1</sup>, Davor Petrović<sup>1</sup>, Dario Knežević<sup>1</sup>,  
Anamarija Banaj<sup>2</sup>, Goran Heffer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1 d, Osijek, Hrvatska, e-mail: dbanaj@pfos.hr

<sup>2</sup>Student, Poljoprivredni fakultet, Osijek, Hrvatska

### Sažetak

Ulaskom u EU Republika Hrvatska preuzela je obavezu primjene direktiva 2009/128/EC i 2006/42/EC koje propisuju obavezni pregled tehničkih sustava u zaštiti bilja (raspršivači i ratarske prskalice). Navedene direktive uvedene su u Zakon o održivoj uporabi pesticida (NN 14/14), prema kojem svi tehnički sustavi za zaštitu bilja do studenog 2016. moraju imati naljepnicu o redovitom tehničkom pregledu, a strojevi koji su proizvedeni prije 1995. godine moraju biti pregledani najkasnije do studenoga 2014. godine. Zbog navedene problematike i približavanja rokova navedene direktive i zakon postaju aktualne te im se treba pridavati dodatni značaj. U radu je prikazana metodika obavljanja tehničkog pregleda uz korištenu opremu, te je prikazan dio pregledanih stojeva (cca. 500) u Republici Hrvatskoj (ispitne stanice 001 i 004). Od ukupnog broja testiranih strojeva, 75,40 % zadovoljava standarde s obzirom na kapacitet crpke; 54,00 % s obzirom na ispravnost manometara 69,20 % s obzirom na površinsku raspodjelu tekućine.

**Ključne riječi:** raspršivač, prskalica, mlaznica, EN 13790 standard, testiranje

### Uvod

Obavezna provjera tehničkih sustava u zaštiti bilja na prostorima Europske unije započela je krajem devedesetih godina prošlog stoljeća, a provjere u pojedinim članicama na dobrovoljnoj osnovi datiraju iz ranih osamdesetih godina prošlog stoljeća. Donošenjem "Zakona o održivoj uporabi pesticida" (NN 14/14) pravno su bili zadovoljeni svi uvjeti da se i službeno započne s provjerom tehničkih sustava u zaštiti bilja u Republici Hrvatskoj. Tako je u travnju 2014. godine zabilježeno prvo službeno testiranje u Republici Hrvatskoj koje je obavila "Ispitna stanica 001 Zavoda za mehanizaciju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku" koja je, ujedno, prva ovlaštena ispitna stanica u Republici Hrvatskoj. Navedeno testiranje obavljeno je u vinariji "Krauthaker" d.o.o. Kutjevo. U ovom trenutku u Republici Hrvatskoj kontrolu tehničke ispravnosti tehničkih sustava u zaštiti bilja provodi šest ovlaštenih ispitnih stanica koje su do današnjeg dana provjerile između 3000 i 3500 strojeva. Testiranjem na području Njemačke utvrđeno je da su neispravne mlaznice najveći uzrok neispravnosti tehničkih sustava. Testiranjem više od 70000 prskalica, prema navodima Reitz i Gamzlemeiera (1998.), kod 19 % istraživanih strojeva utvrđena je neispravnost mlaznica. U Belgiji, u razdoblju od 1995. do 1998. godine, prema navodima Langenakensa i Pietersa (1999.), testiranje 17466 prskalica pokazalo je da 86 % ima neispravan tlakomjer (manometar) i mlaznice. Wehmann (2009.) navodi da je u Austriji do 2008. godine pregledano 19875 strojeva za zaštitu bilja; u Njemačkoj 145896; u Poljskoj 102406 te u Norveškoj 2950 strojeva. Polveche (2012.) navodi da je u Francuskoj pregledano 40 % od ukupnog broja strojeva za zaštitu bilja koji su u eksp-

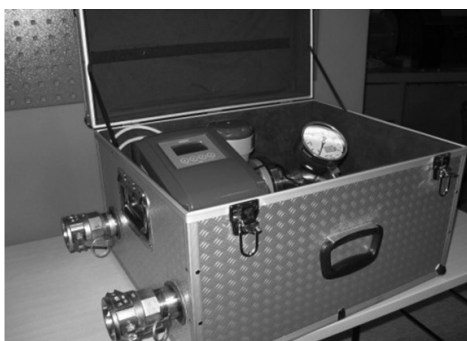
loataciji, dok Bondesan i sur. (2012.) navode da se u talijanskoj pokrajini Trento pregleda oko 800 strojeva godišnje. Portugal se uključio u provedbu europske direktive (2009/128/EC i 2006/42/EC) tek 2008. godine i do sada je pregledano 799 strojeva za zaštitu bilja (Nunes i sur., 2009.). Opsežna dobrovoljna testiranja tehničkih sustava u Republici Hrvatskoj, prema navodima Banaja i sur. (2000.) krenula su krajem prošlog desetljeća i već tada su uočeni nezadovoljavajući rezultati površinske raspodjele tekućine pri radu ratarskih prskalica. Ista grupa autora (2010.) navodi da je najvažniji čimbenik zadovoljavajuće kvalitete rada stroja za zaštitu bilja ispravnost mlaznica. Isto tako, prema Bugarinu i sur. (2000.), značajan problem stvaraju istrošene i začepljene mlaznice. Cilj istraživanja je doći do saznanja o ispravnosti rada strojeva za zaštitu bilja u Republici Hrvatskoj na uzorku od 500 strojeva kroz provođenje europske direktive 2009/128/EC i 2006/42/EC i Zakona o održivoj uporabi pesticida.

## Materijal i metode

U Pravilniku o uspostavi akcijskog okvira za postizanje održive uporabe pesticida (NN 142/12) u članku 43. pod nazivom "Učestalost redovitih pregleda uređaja" navedeno je da uređaji podliježu redovitom pregledu najmanje jednom u razdoblju od tri godine, odnosno barem jednom do 26. 11. 2016. godine. Isto tako novi uređaji koji su kupljeni nakon 1. siječnja 2013. godine ne podliježu redovitom pregledu nego nakon upisa u FIS bazu Ministarstva Poljoprivrede dobivaju znak o provedenoj kontroli za naredno razdoblje od pet godina. Međutim, uređaji koji su proizvedeni prije 1995. godine moraju biti pregledani najkasnije do 26. studenog 2014. godine. Upravo ovaj članak navedenog pravilnika direktno je utjecao na odabir potencijalnih korisnika u ispitivanju u ovoj godini testiranja. Testiranja su provedena prema EN 13790 (I i II) koja je glavni temelj europske direktive 2009/128/EC i 2006/42/EC. Na strojevima je obavljena kontrola ispravnosti crpki; ispravnosti mlaznica; ispravnosti manometara; pojave kapanja/"curenja" tekućine na vodovima poslije i za vrijeme rada; ispravnosti krila prskalica; poprečne raspodjele tekućine prskalice u radu pri čemu je utvrđivan koeficijent varijacije (%) i dr. Za provedbu testiranja korištena je prema Ispitne stanice 001 Zavoda za mehanizaciju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Zavod posjeduje svu potrebnu opremu za provedbu testiranja tehničkih sustava u zaštiti bilja po normi EN 13790 koja je osnova za provedbu direktiva 2009/128/EC i 2006/42/EC Europske unije i za dobivanje ovlaštenja za rad svake ispitne stanice u Republici Hrvatskoj.

## Kapacitet crpke

Prema normi EN 13790 odstupanje kapaciteta crpke (l/min) može iznositi najviše do 10% od njenog nazivnog kapaciteta. Mjerenje kapaciteta crpke obavljeno je elektromagnetnim mjerjačem protoka tvrtke Krohne kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Elektromagnetni mjerjač kapaciteta crpke tvrtke Krohne

## Tlakomjer-Manometar

Komparator tlaka Volos (Slika 2.) prema standardu EN 837-1 posjeduje kontrolni uređaj promjera 160 mm za mjerenje tlaka (umjeren-certifikat) s klasom točnosti 0.6 s mjernim područjem do 25 bar. Na uređaj Volos postavlja se kontrolni uređaj koji se želi provjeriti. Uređaji za kontrolu tlaka koji se ugrađuju na tehničke sustave u zaštiti bilja trebaju imati minimalni promjer od 63 mm te točnost uređaja koji se ispituje od  $\pm 0,2$  bar za ispitno područje od 0 do 2 bar. Ako se radi o većem ispitnom području dopuštena odstupanja mogu iznositi do  $\pm 10$  %.



Slika 2. Komparator tlaka *Volos*

## Mlaznice

Europski standard nalaže zamjenu svake mlaznice koja ima protok veći od 10 % s odstupanjem protoka  $>10$  % obzirom na deklarirani protok pri tlaku  $p=3,0$  bara. Mjerenje protoka mlaznica na raspršivačima obavljeno je s menzurama volumena 2 l s podjelom od 50 ml (Slika 3.). Kontrola protoka tekućine kroz mlaznice ratarskih prskalica obavljena je uporabom elektronskog mjerača protoka tvrtke AAMS.



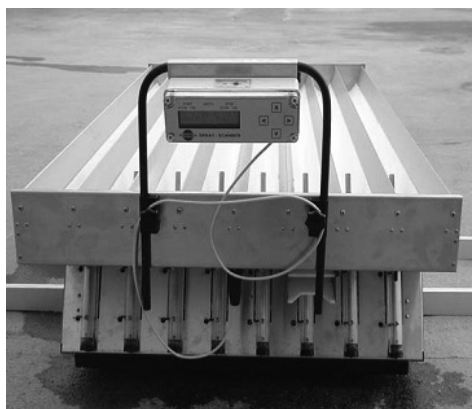
Slika 3. Menzure za mjerenje protoka mlaznica raspršivača



Slika 4. Elektronski mjerač protoka mlaznica belgijske tvrtke AAMS

### Poprečna raspodjela tekućine ratarskih prskalica

Ispitna stanica 001 Zavoda za mehanizaciju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku posjeduje i uređaj spray scanner tvrtke AAMS (Slika 5.) kojim se utvrđuje poprečna raspodjela tekućine ratarskih prskalica.



Slika 5. Ispitivanje poprečne raspodjele tekućine kod ratarske prskalice

### Rezultati istraživanja

U istraživanju su prikazani rezultati provjere 500 tehničkih sustava od čega je 115 strojeva ili 23 % bilo proizvedeno u razdoblju od 1995. do 2013. godine. Ostali strojevi (385 strojeva) ili 77 % bili su proizvedeni u razdoblju do 1995. godine. Iz ovih podataka vidljivo je da su u uzorak uvršteni strojevi stariji od 18 godina. Da bi crpke u potpunosti mogle osigurati dovoljnu količinu tekućine za nesmetani rad mlaznica te osigurale povrat u glavni spremnik između 5 i 10 % od kapaciteta spremnika. Testiranjem je utvrđeno da 132 crpke ili njih 24,6 % ima smanjenje kapaciteta crpke > 10 %. Prema tome, ostalih 75,4 % zadovoljava traženi kriterij protoka. Ispravnost uređaja za mjerenje tlaka direktno utječe na protok mlaznica. Dobiveni rezultati pokazuju da 234 uređaja od ukupno 500, odnosno njih 46 % ne zadovoljava jedan od traženih kriterija ispravnosti. Od 234 uređaja njih 121 ili 51,7 % bilo je potpuno neispravno. Na 38 (16,2 %) ure-

đaja utvrđena je neispravnost veličine mjerne skale, dok su preostali uređaji, njih 32 % radili utvrđenim odstupanjem u plusu ili minusu.

Provjerom protoka (l/min) pojedinačnih mlaznica, a i ukupno po stroju utvrđivanjem poprečne raspodjele uređajem spray scanner tvrtke AAMS, utvrđena su značajnija odstupanja kod ispitana 154 uređaja. Na 72 uređaja utvrđena je ugradnja mlaznica različitih protoka (l/min). Na preostala 82 uređaja utvrđena su standardna odstupanja protoka > od 10 % od deklarirane vrijednosti pri tlaku p= 3 bara. Takav neujednačen rad mlaznica uvjetovao je i lošu poprečnu raspodjelu-distribuciju tekućine. Kod 346 prskalica poprečna raspodjela bila je unutar dozvoljenih granica od 20 %, a kod 156 uređaja utvrđena je poprečna distribucija tekućine s odstupanjem < 10 %. Brtvljenje na spojevima fleksibilnih/elastičnih vodova, nosača mlaznica, regulatora i drugih mjesta toka tekućine, izuzetno je važno kao s razloga gubitaka škropiva, tako i posebno zbog prevencije onečišćenje (kontaminacije) okoliša. Veliki broj tehničkih sustava nije tijekom ispitivanja zadovoljio ovaj kriterij. Uz podršku servisne službe sva mjesta na kojima su uočeni neki od oblika istjecanja tekućine bili su odmah otklonjeni (promjenom brtvi ili dotezanjem objumica ili izmjenom protukapajućih ventila).

## Zaključak

Prvim službenim testiranjem strojeva za zaštitu bilja u Republici Hrvatskoj propisanim normom *EN 13790*, evidentirano je prilično loše stanje koje je posljedica prisutnosti tehnološki i eksploatacijski zastarjelih strojeva, te strojeva u zatečenom stanju, koji u stvarnosti ne mogu zadovoljavajuće obavljati zaštitu bilja. Od ukupnog broja testiranih strojeva, 75,40 % zadovoljava standarde s obzirom na kapacitet crpke; 54,00 % s obzirom na ispravnost manometra i 69,20 % s obzirom na površinsku raspodjelu tekućine. Tek nakon zamjene neispravnih dijelova, ispitivani strojevi zadovoljavaju kriterije ispravnosti tehničkih sustava u zaštiti bilja te mogu dobiti znak o obavljenom tehničkom pregledu. Sve navedeno je vrlo bitan posao koji osigurava zdravu hranu i okoliš u Republici Hrvatskoj.

## Literatura

1. Banaj, Đ., Duvnjak, V. (2000): Utvrđivanje promjene ugrađenog eksploatacijskog potencijala ratarskih prskalica, Zbornik sažetaka 16 Znanstvenog skupa hrvatskih agronoma, Opatija 22-25. veljače 2000., 138.
2. Banaj, Đ., Duvnjak, V. (2000): Utjecaj trošenja mlaznica na količinu protoka, Zbornik sažetaka 16 Znanstvenog skupa hrvatskih agronoma, Opatija 22-25. veljače 2000.
3. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Lukač, P. (2010): Unapređenje tehnike aplikacije pesticida, Sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
4. Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Menđušić, I., Duvnjak, V. (2010): Ispitivanje ujednačenosti površinske raspodjele tekućine ratarskih prskalica, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, 897 – 901.
5. Bondesan, D., Ianes, P., Rizzi, C., Angeli, G., Canestrini, S., Dalpiaz, A. (2012): Outlook of the inspection of sprayers in Province of Trento, Fourth European Workshop on Standardized Procedure for the Inspection of Sprayers – SPISE 4 –, Lana (South Tyrol), March 27-29, 209-212.
6. Bugarin, R., Đukić, N., Ponjičan, O., Sedlar, A. (2000): Atestiranje mašina u sklopu primene zakona i pravilnika o zaštiti bilja. Savremena poljoprivredna tehnika br. 3–4: 53– 61, Novi Sad.
7. Langenakens J., Pieters M. (1999): Organization and Results of The Compulsory Inspection of Speayers in Belgium, 7th International Congress Of Agriculture, Adana-Turkey, 50-53.
8. Nunes, P., Moreira, J. F., Martins, M. C. (2012): Portuguese sprayers inspections: issues to overcome, Fourth European Workshop on Standardized Procedure for the Inspection of Sprayers – SPISE 4 –, Lana (South Tyrol), March 27-29, 213-220.

9. Polveche, V. (2012): How to implement a mandatory inspection in accordance with European directives: The example of certified workshops, Fourth European Workshop on Standardized Procedure for the Inspection of Sprayers – SPISE 4 –, Lana (South Tyrol), March 27-29, 73-78.
- 10.10. Rietz S., Gamzlemeier H. (1998): Inspection of plant protection equipment in Europe, AgEng, Oslo, 98-A-023.
- 11.11. Wehmann, H. (2009): Actual survey about inspection of sprayers in the European countries, Third European Workshop on Standardized Procedure for the Inspection of Sprayers - SPISE 3 - Brno, September 22-24, 48-52.

## Testing Technical Systems in Plant Protection in Republic of Croatia

### Abstract

With Croatian entry in EU the directives *2009/128/EC* i *2006/42/EC* were inherited. This directive provides for mandatory review of technical systems in plant protection (mistblowers and boom sprayers). The directive was introduced in Regulation on sustainable use of pesticides (*NN 142/12*), according to which all devices in crop protection until the November, 2016. must have a label on the regular technical overview. Devices manufactured before 1995., must have a label until November, 2014. Due to the aforementioned problems and approaching deadlines, directive becomes current and they should be given additional significance. In this paper, the methodology of performing with used equipment is showed at section of examined machines (approx. 500) in Republic of Croatia (test station 001 and 004). Of the total tested machines, 75.40% of them are in standards within the pump capacity, 54.00% of tested machines are with correct pressure gauge and 69.20% of tested machines have proper surface distribution of liquid.

**Key words:** mistblower, sprayer, nozzle, EN 13790 standard, testing

## Laboratorijsko ispitivanje kvalitete sjetve sjetvenog aparata s nadtlakom

Jan Turan<sup>1</sup>, Vladimir Višacki<sup>1</sup>, Aleksandar Sedlar<sup>1</sup>, Pavol Findura<sup>2</sup>, Patrik Burg<sup>3</sup>

*<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija, e-mail: jturan@polj.uns.ac.rs*

*<sup>2</sup>Department of Machines and Production Systems, SUA Nitra, Slovak Republic*

*<sup>3</sup>Department of Horticultural machinery, Faculty of Horticulture, Mendel University in Brno, Valtická 337, Lednice, Czech Republic*

### Sažetak

Da bi sjetva bila uspješna, sjetveni aparat mora biti u ispravnom stanju. Idealni uvjeti sjetve su u laboratorijskim uvjetima jer ne postoje vibracije i udarci na sjetveni aparat kao na otvorenom polju. Najlakši način provjere kvalitete sjetve sjetvenog aparata je u laboratorijskim uvjetima, na probnom stolu. Kvaliteta sjetve se prati pomoću senzora koji je spojen na računalo i koji automatski bilježi razmak u redu odnosno uniformnost sjetve.

Ispitivana je sjetvena sekcija koja vrši sjetvu uz pomoć nadtlaka. Sjetvena sekcija je ispitivana u radu pri 5 različitih brzina okretanja sjetvenog diska i 3 različite vrijednosti nadtlaka. Registrirano je da nadtlak ima statistički značajan utjecaj kao čimbenik kvalitete sjetve. Niže vrijednosti nadtlaka od 0,25 bara za posljedicu imaju kvalitetnu sjetvu. Više vrijednosti nadtlaka i broja okretaja sjetvenog diska kao npr. 0,5 bara i 26 min<sup>-1</sup> ili 28 min<sup>-1</sup> rezultiraju većim vrijednostima koeficijenta varijacije što ukazuje na lošiju kvalitetu rasporeda sjemena u redu. U radu je prikazan matematički model predviđanja kvalitete sjetve pri različitim vrijednostima tlaka i brzine okretanja sjetvene ploče što može pomoći prilikom izbora parametara sjetve.

**Ključne riječi:** sjetva, kvaliteta sjetve, uniformnost sjetve, nadtlak, matematički model.

### Uvod

Kvalitetna sjetva je osnovni preduvjet za maksimalno iskorištenje potencijala hibrida kukuruza. Precizna sjetva na preporučeni razmak u redu omogućuje biljci dovoljno prostora za rast i razvoj. Način kopiranja terena, način nošenja sjetvenog aparata, pozicija sjetvenog aparata, pogon sjetvenog aparata i norma sjetve su unutarnji faktori sijačice o kojima ovisi kvaliteta sjetve (Bracy i sur., 1998.). Tu spadaju i eksploatacijski faktori kao što su brzina kretanja, učinak, proizvodnost i dubina sjetve, način prijenosa snage i okretnog momenta do sjetvenog aparata. Krupnoća sjemena, tvrdoća sjemena, oblik i dimenzija sjemena, ujednačenost sjemena bitno utječu na kvalitetu sjetve čak i u idealnim uvjetima (Heeg, 1993.). Zadatak sijačice je da anulira sve vanjske uvjete sjetve i da sjeme položi na točno mjesto odnosno na točan razmak. Više različitih načina se koristi za evaluaciju rada sijačica odnosno njenih eksploatacijskih parametara (Kachman i sur., 1995.). Neki testovi podrazumijevaju metodu mjerenja razmaka između biljaka

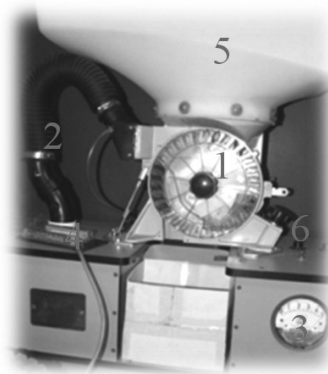


na polju. Drugi testovi imaju svrhu provjere rada sijačice u laboratorijskim uvjetima (Panning i sur., 1997.). Dobivanje podataka s ljepljive trake ili uporabom opto-elektroničkog senzora radi evaluacije rada sijačice ispitivali su mnogi (Kocher i sur., 1998., Lan i sur., 1999., Panning i sur., 2000., Karayel, 2004., Karayel i sur., 2006.). Nikako ne treba zaboraviti ocjenu kvalitete sjetve ovom metodom kada je sjeme sitno (Parish i sur., 1995., Smith i sur., 2008.). Vjerojatno do sada najbolja metoda ocjene kvalitete sjetve je pomoću senzora koje su ispitivali Kocher i sur. (1997.). Ovi senzori detektiraju prolazak zrna i registriraju izravno u računalo. Isti autor navodi da je nedostatak ovog sustava što registrira prolazak sjemena ali ne registrira u kojem dijelu je sjeme prošlo. To je slično definiranju koordinata prolaska sjemena. Nije isto ako sjeme prođe u prednjem ili stražnjem dijelu senzora što može utjecati na uniformnost sjetve sjemena. Panning i sur. (2000.) pri ispitivanju kvalitete sjetve ovim načinom, zaključili su da je sjetva ujednačenija i kvalitetnija u laboratorijskim uvjetima što je vjerojatno razlog idealnih uvjeta. Lan i sur. (1999.) kritički se odnose prema ovom načinu kontrole kvalitete sjetve jer ovaj senzor nije u stanju registrirati prolazak sjemena male veličine. Ipak su naveli kako je ovo dobra zamjena za mjerenje kvalitete sjetve pomoću transportne trake.

Zadatak istraživanja je ispitivanje kvalitete rada sijačice pri sjetvi kukuruza u laboratorijskim uvjetima pri različitim brzinama okretanja diska i različitim nadtlacima. Cilj ispitivanja je određivanja utjecaja brzine sjetvene ploče i nadtlaka na kvalitetu rada sjetvenog aparata odnosno sjetvene sekcije. Na temelju ovoga prikazan je matematički model koji opisuje promjenu kvalitete sjetve ovisno od parametara sjetve u laboratorijskim uvjetima.

### Materijal i metode

U Laboratoriju za mehanizaciju u ratarstvu Departmana za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu obavljeno je testiranje rada sjetvene sekcije. Sjetvena sekcija je prilagođena za rad u laboratoriju tako da su mnogi dijelovi demontirani i postavljeni novi s istim karakteristikama kao i na originalnoj sijačici. Pogon sjetvenog diska ide preko lanca i lančanika samo što prijenos pokreće elektromotor koji ima mogućnost podešavanja broja okretaja, a time i brzinu sjetvene ploče. Nadtlak je osiguravao radijalni ventilator pokretan od strane elektromotora koji također ima mogućnost promjene broja okretaja. Izgled sjetvene sekcije prilagođene za rad u laboratoriju prikazana je na Slici 1.



Slika 1. Ispitivana sjetvena sekcija: 1 - sjetveni disk; 2- potisni vod sustava za nadtlak; 3- manometar; 4 - senzor; 5 - sanduk za sjeme; 6 - upravljanje radom sjetvenog diska i ventilatora nadtlaka



Prikazana sjetvena sekcija je ispitivana u radu pri 5 različitim brzinama vrtnje sjetvenog diska ( $10 \text{ min}^{-1}$ ,  $16 \text{ min}^{-1}$ ,  $20 \text{ min}^{-1}$ ,  $24 \text{ min}^{-1}$ ,  $26 \text{ min}^{-1}$  i  $28 \text{ min}^{-1}$ ) i 3 različite vrijednosti nadtlaka (0,25 bara, 0,38 bara i 0,5 bara). Napravljeni su parovi gdje su kombinirane sve vrijednosti nadtlaka sa svim vrijednostima broja okretaja sjetvene ploče. Mjerenje je izvršeno u 5 ponavljanja. Vrijednosti vremena prolaska registrirane prolaskom na senzoru 4 snimano je na računalu. Pri svim ispitivanjima sjetvena jedinica je bila tako postavljena da je sjetvu vršila na 0,22 m. Za tu priliku u program su unesene vrijednosti brzine agregata od 4,32 km/h do 11,16 km/h. Dobivene vrijednosti razmaka zrna u redu su snimane na računalu, a zatim obrađivane osnovnim statističkim operacijama, te složenijim testovima. Podatci su pripremljeni i upisani u Wolfram Mathematica 9 program uz pomoć kojeg su napravljeni grafikoni promjene koeficijenta varijacije ovisno o promjeni nadtlaka i brzini okretanja sjetvenog diska. Sjetveni aparat je bio postavljen prema uputama proizvođača za sjetvu na otvorenom polju. Korišteno je sjeme kukuruza namijenjeno za sjetvu na otvorenom polju. Sjeme kukuruza nije bilo tretirano. Izmjerene su mu sve tri dimenzije; dužina, širina i visina. Sjeme je zahvatano u žljebove sjetvenog diska u donjem desnom dijelu kućišta sjetvenog aparata. Djelovanjem nadtlaka transportira se po rubu sjetvenog diska do četki za neutralizaciju nadtlaka. U slučaju da se dva sjemena nalaze zajedno, dva para četkica postavljenih na različitim mjestima skidaju višak sjemena. Poslije četki za neutralizaciju tlaka, sjeme izlazi i slobodno pada kroz izlaznu komoru i prolazi kroz senzor.

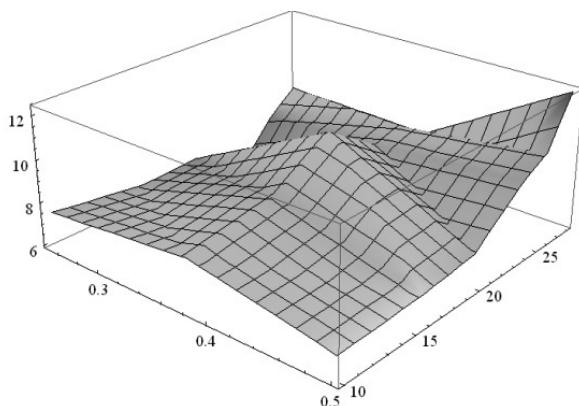
## Rezultati i rasprava

Dimenzije korištenog sjemena pri ispitivanju sjetvene sekcije koja radi po sistemu nadtlaka prikazane su u Tablici 1. Sjeme je uglavnom bilo ujednačeno po dužini i širini ali ne i po visini. Karakteristika sjemenskog materijala kukuruza je da postoje veća odstupanja po visini odnosno debljini. Najveće prosječno odstupanje izmjereno je kod visine sjemena gdje je koeficijent varijacije 18,32 %, a najmanje kod širine, 7,69 %.

Tablica 1: Dimenzije sjemena hibrida kukuruza

	Dužina	Širina	Visina
Aritmetička sredina, mm	10,87	7,73	5,04
Standardna devijacija, mm	0,89	0,59	0,92
Koeficijent varijacije, %	8,25	7,69	18,32

Računalno je u posebnom programu na temelju dobivenih informacija o vremenu prolaska zrna i simulaciji kretanja traktora određenom brzinom prikazivalo izračunate vrijednosti razmaka u redu. Nisu registrirana prazna mjesta, a duplih mjesta je bilo u granicama od 1,05 % do 4.66 % pri višim nadtlakovima i brzinama okretanja sjetvene ploče. Dobiveni podatci razmaka u redu statistički su obrađeni u programu StatSoft Statistica 12. Podatci su unijeti kao *neasted design*, a primijenjen je hijerarhijski model odlučivanja. Zavisno promjenjiv je koeficijent varijacije dok su nezavisno promjenjivi nadtlak i brzina sjetvenog diska. Statistički značajna razlika zabilježena je kod koeficijenta varijacije za svaki dobiveni hijerarhijski model nadtlak-brzina sjetvene ploče-koeficijent varijacije. Pri statističkoj obradi zabilježeno je da brzina sjetvene ploče statistički značajno ne utječe na promjenu koeficijenta varijacije (kvalitetu sjetve), primjenom Dankanovog testa na pragu značajnosti od 0,05. Na kvalitetu sjetve (koeficijent varijacije) utječe samo nadtlak od 0,25 bara. Na Slici 2. prikazane su vrijednosti koeficijenta varijacije za svih 5 ispitivanih brzina i 3 vrijednosti nadtlaka.



Slika 2. Prikaz promjene koeficijenta varijacije ovisno o tlaku i brzine sjetvenog diska

Tako se na Slici 2. uočava da koeficijent varijacije raste s povećanjem nadtlaka do 0,4 bara pa zatim opada, a kreće se između 6,9 % do 8,2 %. Ekstremne vrijednosti se uočavaju pri tlaku od 0,38 bara i  $20 \text{ min}^{-1}$  okretaja sjetvenog diska kao i na višim tlakovima i brojevima okretaja od  $24 \text{ min}^{-1}$ ,  $26 \text{ min}^{-1}$  i  $28 \text{ min}^{-1}$ . Vrijednosti koeficijenta varijacije pri ovim vrijednostima tlaka i broja okretaja sjetvene ploče su visoki za ovako povoljne uvjete rada, prelaze vrijednosti od 9,2 %, 10 % i 12 %. S povećanjem broja okretaja bilježi se prosječno povećanje koeficijenta varijacije. Dobivena površina se može definirati funkcijom promjene izlazne vrijednosti, koeficijenta varijacije u ovisnosti od utjecaja čimbenika. S obzirom da u ovom testu na koeficijent varijacije utječu brzina okretanja sjetvene ploče i nadtlak, tako su podatci predstavljeni i u programu Wolfram Matematika 9. Svi podatci su unijeti kao *nested design*. Nakon niza komandi i zadatih parametara, dobivena je konačna funkcija oblika:

$$-21.63 + 171.71 x - 224.11 x^2 + 1.02 y - 5.81 xy + 6.26 x^2 y - 0.003 y^2 + 0.074 x^2 y^2$$

Vrijednosti  $x$  i  $y$  u matematičkom modelu jesu vrijednost nadtlaka odnosno broja okretaja sjetvene ploče. Predstavljeni matematički model za unijete vrijednosti  $x$  i  $y$  će dati približnu vrijednost koeficijenta varijacije budući da je koeficijent regresije modela 0,95. Tako se može predvidjeti kvalitetu sjetve za faktore rada koji su sadržani u matematičkom modelu, nadtlak i broj okretaja sjetvene ploče.

## Zaključak

U laboratorijskom ispitivanju sjetvene sekcije koja vrši sjetvu po principu nadtlaka, došlo se do sljedećeg:

- brzina sjetvene ploče nema utjecaj na kvalitetu sjetve
- više vrijednosti nadtlaka utječu na koeficijent varijacije, a time na kvalitetu sjetve
- s povećanjem brzine i sjetvene ploče raste koeficijent varijacije što ima za posljedicu lošiju sjetvu
- veća brzina okretanja sjetvene ploče vjerojatno je razlog lošijeg rasporeda sjemena zbog načina izbacivanja sjemena iz sjetvene ploče
- više vrijednosti nadtlaka bolje drže sjeme što nije slučaj s nižim vrijednostima koji daje ujednačeniju i bolju sjetvu.

Dobiveni matematički modeli mogu koristiti za predviđanje kvalitete sjetve pri različitim vrijednostima tlaka i brzine okretanja sjetvene ploče.

### Literatura

1. Bracy, R. P., Parish, R. L., McCoy, J. E. (1998): Precision seeder uniformity varies with theoretical spacing. ASAE Paper No. 98, 1095. ASAE, St. Joseph, MI.
2. Heege, H. J. (1993): Seeding methods performance for cereals, rape, and beans. Trans. ASAE 36 (3), 653–661.
3. Kachman, S. D., Smith, J. A. (1995): Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. Trans. ASAE 38 (2), 379–387.
4. Karayel, D., Barut, Z. B., Ozmerzi, A. (2004): Mathematical modeling of vacuum pressure on a precision seeder. Biosyst. Eng. 87 (4), 437–444.
5. Karayel, D., Wiesehoff, M., Ozmerzi, A., Muller J. (2006): Laboratory measurement of seed drill seed spacing and velocity of fall of seeds using high-speed camera system. Computers and Electronics in Agriculture 50 (2006) 89–96 doi: 10.1016/j.compag. 2005. 05. 05.
6. Kocher, M. F., Lan, Y., Chen, C., Smith, J. A. (1998): Opto-electronic sensor systems for rapid evaluation of planter seed spacing uniformity. Trans. ASAE 41 (1), 237–245.
7. Lan, Y., Kocher, M. F., & Smith, J. A. (1999): Opto-electronic sensor system for laboratory measurement of planter seed spacing with small seeds. Journal of Agricultural Engineering Research, 72(1), 119-127.
8. Panning, J. W., Kocher, M. F., Smith, J. A., Kachman, S. D. (1997): Laboratory and field testing of seed spacing uniformity for sugarbeet planters. ASAE Paper No. 97-3011, St. Joseph, MI:ASAE.
9. Parish, R. L., Bracy, R. P. (1998): Metering non-uniform vegetable seed. Hort. Tech. 8 (1), 69–71.
10. Singh, R. C., Singh, G., Saraswat, D. C. (2005): Optimisation of Design and Operational Parameters of a Pneumatic Seed Metering Device for Planting Cottonseeds Biosystems Engineering 92 (4), 429–438 doi:10.1016/j.biosystemseng.2005.07.002 PM—Power and Machinery.

## Laboratory testing of the quality of sowing sowing apparatus with overpressure

### Abstract

In order to make successful seeding, seeding apparatus must be in good working condition. Ideal conditions are sowing in laboratory conditions because there is no vibration and shock at the sowing machine as it is in open field. The easiest way to check the quality of sowing apparatus is on the laboratory bench. Sowing quality is monitored by using sensors that is connected to the computer control and which automatically records the distance between seeds or uniformity of sowing.

It was tested sowing section that performs planting with the assistance of overpressure. In this paper sowing section is tested in 5 different sowing disc rotation speed and three different values of overpressure. It was registered that overpressure has a statistically significant impact as a factor of sowing quality. Lower values of overpressure at 0.25 bar resulted in good sowing quality. Higher value setting of overpressure and revolutions of the disk, such as 0.5 bar and 26 min<sup>-1</sup> or 28 min<sup>-1</sup> result in higher values of variation coefficient which indicating a poorer sowing quality. The paper also gives a mathematical model which can predict quality of sowing at different values of pressure and speed of disc plate which can help in the selection of the sowing parameters.

**Key words:** sowing, sowing quality, uniformity of sowing, overpressure, mathematical model.

Napomena: Rad je nastao kao rezultat ispitivanja na projektu TR 31073, *Unapređenje proizvodnje kukuruza i sirka u uslovima stresa*, koji financira Ministarstvo prosvjete i nauke Republike Srbije.

## Matematički modeli za određivanje koeficijenta varijacije poprečne distribucije rasprskivača

Vladimir Višacki<sup>1</sup>, Snežana Matić Kekić<sup>1</sup>, Nebojša Dedović<sup>1</sup>, Aleksandar Sedlar<sup>1</sup>,  
Jan Turan<sup>1</sup>, Patrik Burg<sup>2</sup>, Lazar Pavlović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija,  
e-mail: vladimir.visacki@polj.uns.ac.rs

<sup>2</sup>Department of Horticultural machinery, Faculty of Horticulture, Mendel university in Brno, Valtická  
337, Lednice, Czech Republic

### Sažetak

Pravovremena i kvalitetna aplikacija pesticida pridonosi zaštiti okoliša, ekonomičnijoj proizvodnji i proizvodnji zdrave hrane. Učinkovitost aplikacije ne ovisi samo o kvaliteti pesticida već i o kvaliteti primjene. Jedan od faktor koji najviše utječe na kvalitetu aplikacije, s gledišta mehanizacije, su rasprskivači. Oni radnu tekućinu apliciraju po površini biljke tako da se određena količina pesticida nađe na ciljanoj površini biljke.

U radu su prikazana ispitivanja tri rasprskivača karakteristična po načinu dezintegracije tekućine. Ispitivani su klasični rasprskivač s lepezastih mlazom, XR 110-04, odbojni rasprskivač s dva mlaza TTJ 110-04 i injektorski rasprskivač AIXR 110-04. Kod svih rasprskivača mjerena je uniformnost distribucije pri različitim tlakovima i pri preporučenoj visini od 0,5 m i nižim visinama aplikacije, 0,3 m i 0,4 m. Najbolju kvalitetu distribucije ima injektorski rasprskivač jer je koeficijent varijacije manji od 7 %. Povećanjem visine aplikacije kod odbojnog TTJ i injektorskog AIXR rasprskivača dolazi do poboljšanja kvalitete uniformnosti distribucije tekućine. S povećanjem radnog tlaka koeficijent varijacije raste odnosno kvaliteta horizontalne distribucije radne tekućine opada. Krajnji korisnici mogu koristiti dobivene matematičke modele radi adekvatnog odabira eksploatacijskih parametara zbog ekonomske koristi i zaštite okoliša.

**Ključne riječi:** rasprskivač, koeficijent varijacije, uniformnost distribucije, visina aplikacije, radni tlak

### Uvod

Održivost poljoprivredne proizvodnje ogleda se u očuvanju i zaštiti zemljišta za buduće generacije. Održivost se dijelom ogleda u učinkovitoj i ekonomičnoj primjeni sredstava za zaštitu bilja. Pravovremena i kvalitetna aplikacija pesticida pridonosi zaštiti okoliša, ekonomičnijoj proizvodnji i proizvodnji zdrave hrane. Proizvođači pesticida daju veće doze pesticida u suzbijanju bolesti i korova u usjevima. Učinkovitost aplikacije ne ovisi samo o kvaliteti pesticida već i o kvaliteti aplikacije. Aplikacija pesticida nije ograničena na uvjete sredine u kojoj se vrši aplikacija već i na eksploatacijske faktore. Svaki stroj za zaštitu bilja, u ovom slučaju ratarska prskalica, mora biti u potpuno ispravnom stanju pri primjeni pesticida prema važećim standardima. Primjenitelj, odnosno poljoprivrednik je direktno odgovoran za kvalitetu, odnosno učinkovitost ap-

likacije. Suočen s tim problemom poljoprivrednik mora prepoznati kritične faktore i ovladati njima. Ispravnost prskalice za zaštitu ratarskih usjeva uglavnom se svodi na ispravnost pumpe i rasprskivača. To su kritične točke na prskalici i glavni čimbenici uspješne aplikacije. Servisom, crpka se relativno brzo i lako dovodi u ispravno stanje. Rasprskivači se mijenjaju nakon što se istroše ili oštete. Faktor koji najviše utječe na kvalitetu aplikacije s gledišta mehanizacije za aplikaciju pesticida, jesu rasprskivači. Oni radnu tekućinu apliciraju po površini biljke tako da se određena količina pesticida nađe na površini biljke. Da bi se baš određena količina pesticida, norma, našla na površini biljke, rasprskivači moraju vršiti ujednačenu aplikaciju radne tekućine po jedinici površine. Ujednačenost aplikacije pesticida je isto što i uniformnost distribucije, a ocjenjuje se pomoću koeficijenta varijacije (Balsari i sur., 1994.). Što je koeficijent varijacije niži, to je uniformnost aplikacije veća (Javier i sur., 2008., Jean i sur. 2012.). Informacija o koeficijentu varijacije izravno ukazuje na kvalitetu aplikacije. Kada je koeficijent varijacije manji od 7 % onda je uniformnost distribucije izuzetna (EN 13790-1). Drocas i sur., (2009.) navode da je koeficijent varijacije prihvatljiv kada je od 7 % do 9 %. Na koeficijent varijacije utječu radni tlak, visina aplikacije i način dezintegracije radne tekućine putem rasprskivača (Al Gaadi i sur., 2010., Drocas i sur., 2009b). Kvalitetu aplikacije istraživali su mnogi autori, a svoja istraživanja bazirali su na koeficijentu varijacije. Sedlar i sur., (2013.) i Bugarin i sur. (2013.) nakon ispitivanja, zaključuju da su injektorski rasprskivači izuzetno dobri pri aplikaciji pesticida u realnim uvjetima.

Zadatak rada je mjerenje poprečne distribucije različitih rasprskivača u laboratorijskim uvjetima, unošenje podataka u program Wolfram Mathematica 9 i dobivanje matematičkog modela. Cilj istraživanja je da se na temelju unesenih podataka dobiju matematički modeli koji će za ulazne parametre, tip rasprskivača, radni tlak i visina aplikacije dati koeficijent varijacije.

## Materijal i metode

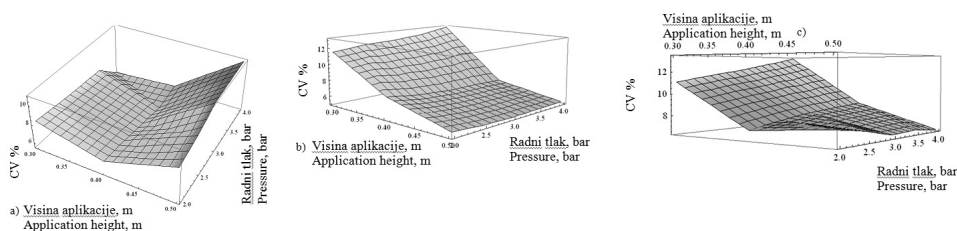
U Laboratoriju za kontrolu tehnike za aplikaciju pesticida, Departmana za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu izmjerena je poprečna distribucija tri različita rasprskivača. Poprečna distribucija rasprskivača ili krila prskalice mjeri se pomoću horizontalnog paternatora, poznatijeg kao sprej skenera. Koristi se sprej skener širine 1,2 m x 0,8 m. Radni zahvat skenera je 80 cm, te krila prskalice mjeri više puta, ovisno o radnom zahvatu prskalice. Sprej skener se kreće po tračnicama, a na svakih 0,8 m nalazi se senzor gdje se skener zaustavi i izvrši testiranje, mjerenje. Srednja vrijednost poprečne distribucije predstavlja srednju obujamsku vrijednost distribuirane tekućine po tretiranoj površini. Postotak odstupanja od te srednje vrijednosti predstavlja koeficijent varijacije. Koeficijent varijacije omogućuje usporedbu različitih rasprskivača u raznim režimima rada.

Na oba krila ukupnog konstrukcijskog zahvata 6 m na nosaču rasprskivača postavljena su tri različita rasprskivača tvrtke Tee Jet (Tee Jet) i to sa oznakama XR 110-04, TTJ60 110-04 i AIXR 110-04. Navedeni instrument bilježio je protok na svakih 0,8 m radnog zahvata krila prskalice, na ukupno 3 m radnog zahvata. Vlažnost zraka prelazila je 63 % dok se temperatura kretala oko 21 °C. Mjerenje je izvršeno u 3 ponavljanja pri različitim tlakovima i visinama aplikacije. Probni stol za ratarske prskalice podešen je da klipno-membranska pumpa s dvije radne komore napaja krila radnom tekućinom (u ovom slučaju je to bila voda iz vodovoda) bez prestanka, pri broju okretaja od 540 min<sup>-1</sup>. Navedeni rasprskivači su izbacivali radnu tekućinu pod tlakom od 2 bara, 2,5 bara, 3 bara, 3,5 bara i 4 bara. Visina krila od sprej skenera iznosila je od 0,3 m, 0,4 m, i 0,5 m. Krila i tračnice po kojima se kreće instrument za mjerenje poprečne distribucije bili su paralelni.

Uz pomoć ovih ulaznih parametara, tip rasprskivača, visina aplikacije i radni tlak dobit će se koeficijent varijacije za svaku kombinaciju nezavisnih varijabli. Kada se dobije koeficijent varijacije onda se može nacrtati površina definirana visinom aplikacije, tlakom i koeficijentom aplikacije.

## Rezultati i rasprava

Izmjereni koeficijenti varijacije poprečne distribucije ispitivanih rasprskivača unijeti su u program Wolfram Mathematica 9. Uz pomoć ovog programa napravljeni su grafikoni promjene koeficijenta varijacije ovisno o radnom tlaku i visini aplikacije (Slika 2.). Podatci su u program unijeti kao višefaktorijski pokus, tako što su za svaku ispitivanu kombinaciju visine aplikacije i radnog tlaka date vrijednosti koeficijenta varijacije. Tako su podaci unijeti kao *nested design* (Mason i sur., 2003.).



Slika 2. Grafikoni koeficijenta varijacije pri određenom tlaku i visini aplikacije svih ispitivanih rasprskivača: a) XR 110-04; b) TTJ 110-04 c) AIXR 110-04

Koeficijenti varijacije rasprskivača XR 110-04 kretali su se u prihvatljivim granicama, ali i izvan njih. Na visini od 0,4 m koeficijent varijacije pri svim ispitivanim tlakovima kretao se u prihvatljivom rasponu do 7 %. Pri višim visinama aplikacije, isti parametar je bio daleko od prihvatljivih granica, posebice s povećanjem tlaka taj parametar prelazi vrijednosti od 10 % što se vidi na Slici 2 a. Ujednačenost aplikacije pri najvišoj ispitivanoj visini od 0,5 m, a ujedno preporučljivoj za taj kut rasprskivanja, i najvišem ispitivanom tlaku aplikacije, koeficijent varijacije iznosio je oko 11 %. Suprotna situacija je sa rasprskivačem TTJ 110-04 čija je uniformnost aplikacije bila neprihvatljiva pri nižim visinama aplikacije od 0,3 m. Vrijednosti koeficijenta varijacije prelazile su 13 % pri najvišem ispitivanom tlaku što je daleko više od prihvatljive granice od 7 %. S povećanjem visine aplikacije, koeficijent varijacije ulazi u opseg prihvatljivih vrijednosti što se uočava na Slici 2 b. Najniže vrijednosti, odnosno najujednačenija distribucija radne tekućine navedenog rasprskivača je pri 0,5 m visine aplikacije. Tada je koeficijent varijacije manji od 6 %, te je kvaliteta aplikacije u granicama odlične distribucije. Kvalitete horizontalne distribucije radne tekućine TTJ i AIXR rasprskivača imaju sličnosti. To se vidi po tome da koeficijent varijacije opada s povećanjem visine aplikacije. Vrijednosti spomenutog koeficijenta prelaze 13 % pri višim tlakovima aplikacije na visini od 0,3 m. S povećanjem visine aplikacije postotno srednje odstupanje aplikacije radne tekućine se poboljšava, smanjujući koeficijent varijacije na ispod 9 %. Ova vrijednost nije u prihvatljivim granicama. Najviša ispitivana visina u ovom testu od 0,5 m ima najpovoljniji utjecaj na kvalitetu poprečne distribucije ovog tipa rasprskivača jer je koeficijent varijacije izmjeren sprej skenerom ispod 7 %. Tijek promjene koeficijenta varijacije ovisno o dva faktora, visine aplikacije i radnog tlaka je ujednačen kod rasprskivača TTJ i AIXR što nije slučaj sa XR.

Nakon crtanja grafikona, za formiranje matematičkog modela, sagledani su oblici i tijek plohe koje su formirane od vrijednosti visina aplikacije - radni tlak - koeficijent varijacije. Prema

formiranim grafikonima, ove promjene su nelinearne značajke oblika polinoma trećeg stupnja. Dobivene značajke ustvari približno opisuju površinu promjene koeficijenta varijacije ovisno od čimbenika radnog tlaka i visine aplikacije.

Konačni oblik funkcije za svaki pojedinačni rasprskivač su oblika:

**XR 11-04:**  $26.2483 + x (-48.5906 + (-1.81664 + 0.108518 y) y^2 + x (-102.951 + 4.17261 y) + x^2 (208.256 + 31.3683 y))$

**TTJ 110-04:**  $12.5443 - 1.03767 x - 20.574 x^2 + 6.19854 x^3 + 7.49333 y - 19.7464 x y - 37.1135 x^2 y + 83.3653 x^3 y + 0.31643 x^3 y^3$

**AIXR 110-04:**  $212.522 x^3 + 38.8449 y - 115.493 x y - 14.653 y^2 + 51.7963 x y^2 - 20.9195 x^2 y^2 + 1.52615 y^3 - 4.95833 x y^3 + 2.5125 x^3 y^3$

Koeficijent  $x$  označava visinu aplikacije, a koeficijent  $y$  radni tlak. Njihovom zamjenom dobiva se koeficijent varijacije i na taj način se utvrđuje kvaliteta aplikacije krila prskalice. Koeficijent determinacije kod svih modela je veći od 0,99 što ukazuje na to da se model i izmjereni podatci podudaraju. Preciznije, grafikonu izmjerenih podataka i grafikonu modela se podudaraju u više od 99 %.

## Zaključak

Prilikom ispitivanja tri rasprskivača koje karakteriziraju različiti načini dezintegracije radne tekućine, utvrdilo se sljedeće:

- na koeficijent varijacije utječu radni tlak, visina aplikacije i način dezintegracije radne tekućine
- povećanjem visine aplikacije kod odbojnog TTJ i injektorskog AIXR rasprskivača, dolazi do poboljšanja kvalitete uniformnosti distribucije tekućine
- povećanjem radnog tlaka koeficijent varijacije raste odnosno kvalitetu horizontalne distribucije radne tekućine opada
- najbolji rasprskivač jeste injektorski rasprskivač AIXR od svih ispitivanih rasprskivača.

Pomoću dobivenih matematičkih modela moguće je izračunati kolika je uniformnost distribucije ispitivanih rasprskivača s velikom preciznošću. Ovi modeli mogu pomoći korisnicima rasprskivača odabrati adekvatne eksploatacijske parametre pri aplikaciji pesticida što može dovesti do ekonomske uštede i smanjenje zagađenja okoliša.

## Literatura

1. Al-Gaadi, K. A. (2010): Effect of nozzle height and type on spray density and distribution for a ground field sprayer. *J. Saudi Soc. for Agric. Sci.*, 9(1): 1-12.
2. Balsari, P., Airoldi, G., Tamagnone, M. (1994): Boom sprayer transverse distribution uniformity (as CV) and treatment effectiveness: first results. *Ag. Eng.*
3. Bugarin, R., Sedlar, A., Turan, J. (2013): Injektorski rasprskivači za smanjenje gubitaka usled drifta kod zaštite ratarskih kultura. *Biljni lekar*, vol. 41, br. 3, str. 370-376, 2013.
4. Drocas, A., Molnar, A., Marian, O., Stanila, S., Ranta, O. (2009): Determination of distribution uniformity for EEP-600 sprayer equipped with IDK 120-02 nozzle. *USAMV Bucharest, Series A*, vol. 52.
5. Javier, A. V., Gilberto, C., Casimiro, D. G., Luiz, R. P. T. (2008): Effectiveness of the standard evaluation method for hydraulic nozzles employed in stored grain protection trials. *Revista. Colombiana de Entomología*. 34(2):182-187.



6. Jean, P. D., Antoine, P., Pierre, F. (2012). Simulating cov from nozzles spray distribution: A necessity to Investigate spray distribution quality with drift reducing surfactants. International Conference on Agricultural Engineering. CIGR-Ageng, 8-12 Juillet. Valence. Spain.
7. Lechler GMBH, Ulmer Strasse 128, 72555 Metzingen, Germany.
8. Mason, R. L., Gunst, R. F., Hess, J. L. (2003): *Statistical Design and Analysis of Experiments: With Applications to Engineering and Science*. 2nd Edn., John Wiley and Sons, New Jersey, ISBN:0471372161, pp: 728.
9. Sedlar, A., Bugarin, R., Višacki, V., Zoranović, M., Milovac, Ž. (2013): Usporedna analiza kvaliteta i efikasnosti tretiranja uljane repice različitim tipovima rasprskivača. *Savremena poljoprivredna tehnika*, vol. 39, br. 2, str. 77-84, 2013.
10. Sidahmed, M. M., Awadalla, H. H., Haidar, M. A. (2004). Symmetrical multi-foil shields for reducing spray drift. *Biosyst. Eng.* 88(3):305-312.
11. Smith, D. B., Bode, L. E., Gerard, P. D. (2000). Predicting ground boom spray drift. *Transactions of ASAE*, 43(3): 547-553.
12. Standard EN 13790 (2009): *Agricultural machinery – sprayers – inspection of sprayers in use – part 1: field crop sprayers*. Serbian language.

## Mathematical models for determination coefficient of variation for transversal distribution of nozzles

### Abstract

Timely and high-quality application of pesticides contributes to environmental protection, economic production and the production of healthy food. The effectiveness of the application depends not only on the quality of pesticides but also the quality of the application. One factor that most affects the quality of applications, from the standpoint of mechanization, are nozzles. They working liquid applied to the surface of the plant resulting that an amount of pesticide finds on the target plant surface. To achieve this goal, the nozzles must be performed uniform application of working liquid per unit area. Therefore, the uniformity of the application or uniformity of the distribution is very important.

This paper presents the tested three nozzles which characterized by ways of disintegration of liquid. The tested classic with a fan-shaped jet nozzle, XR 110-04, repulsive two-jet nozzle TTJ 110-04 and 110-04 injector nozzle AIXR. In all sprinkler uniformity of distribution was measured at various pressures and at the recommended height of 0.5 m lower heights applications, 0.3 m 0.4 m. Best quality distribution have injector nozzle for the coefficient of variation of less than 7%. By increasing height of applications at repulsive TTJ and AIXR injector nozzle comes to improving the quality of uniformity of distribution of liquid. By increasing the operating pressure coefficient of variation increases quality of the horizontal distribution of the working fluid decreases. End users can use the resulting mathematical models for the adequate selection exploitation parameters which lead to economic benefits and environmental protection.

**Key words:** nozzle, coefficient of variation, uniformity of distribution, the amount of applications, operating pressure

Napomena: Rad je nastao kao rezultat ispitivanja na projektu TR 31073, *Unapređenje proizvodnje kukuruza i sirka u uslovima stresa*, koji financira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.



## Ujednačenost aplikacije pesticida i model promjene koeficijenta varijacije krila pod kutom

Aleksandar Sedlar<sup>1</sup>, Vladimir Višacki<sup>1</sup>, Rajko Bugarin<sup>1</sup>, Jan Turan<sup>1</sup>, Patrik Burg<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, Srbija,  
e-mail: alek @polj.uns.ac.rs

<sup>2</sup>Department of Horticultural machinery, Faculty of Horticulture, Mendel University in Brno, Valtická  
337, Lednice, Czech Republic

### Sažetak

Eksploatacijski faktori uniformnosti distribucije prskalice jesu tip rasprskivača, visina prskajućih krila od tretirane površine, brzina kretanja i radni tlak. Kako postoji više tipova rasprskivača, karakterizira ih više različitih načina dezintegracije radne tekućine. Osim radnih parametara, na uniformnost distribucije utječe upravo način dezintegracije radne tekućine i kut krila uvjetovan mikroreljefom.

U laboratorijskim uvjetima izmjerena je poprečna distribucija tri rasprskivača, LU 120-04, IDK 120-04 i IDKT 120-04, pri tlaku od 2 bara, 2,5 bara, 3 bara, 3,5 bara, 4 bara i 4,5 bara, visini od 0,5 m i kutu krila prskalice od 2 °, 5 ° i 7 °. Uniformnost distribucije izravno ovisi o načinu dezintegracije mlaza i tlaka aplikacije. Injektorski rasprskivač s jednim mlazom IDK 120-04 pokazuje izuzetno uniformnu distribuciju radne tekućine pri svim ispitivanim parametrima što nije slučaj sa LU 120-04 rasprskivačima. Kut krila prskalice ne utječe značajno na uniformnost distribucije. Prikazani matematički modeli mogu pomoći korisnicima rasprskivača prilikom odabira adekvatnih eksploatacijskih parametara pri aplikaciji pesticida što može dovesti do ekonomske uštede i smanjenje zagađenja okoliša.

**Ključne riječi:** rasprskivač, tip rasprskivača, radni tlak, kut krila prskalice, uniformnost distribucije

### Uvod

Limitirajući faktor djelotvornosti, ekonomičnosti i sigurnost programa zaštite bilja je ujednačena poprečna distribucija zaštitnog sredstva. Suzbijanje štetočina se temelji na brznoj i točnoj distribuciji i programu radne tekućine, pesticida, uz poštivanje uvjeta rada. Eksploatacijski faktori uniformnosti distribucije prskalice jesu tip rasprskivača, visina prskajućih krila od tretirane površine, brzina kretanja, kut krila i radni tlak.

Uniformnost distribucije opisuje se koeficijentom varijacije izraženim u postocima. Koristi se kao maseni ili volumni protok za opisivanje i usporedbu uniformnosti poprečne distribucije krila prskalice (Balsari, 1994.). Kada je vrijednost koeficijenta varijacije manja od 7 % onda je ona odlična i prihvatljiva (EN 13790-1). Za mjerenje raspodjele obujma tekućine kod rasprskivača i krila prskalice koristi se horizontalni paternator, sprej skener (Jean i sur., 2012., Javier i sur., 2008., Bayat i Yarpuz-Bozdogan 2005., Sidahmed i sur., 2004.). Faqiri i Krishnan (2005.) i Womac i sur., (2001.) ispitivali su uniformnost distribucije jer različiti tipovi rasprskivača imaju različitu distribuciju. Testiranja su provedena u laboratorijskim uvjetima i kroz terenska ispitivanja. Različiti radni tlakovi,

visina rasprskivača i brzine kretanja na terenu su korišteni kao glavni parametri tijekom testiranja. Koeficijent varijacije je bio različit pri različitim uvjetima ispitivanja kao što je na primjer visina rasprskivača i radni tlak. Nadalje, Lardoux i sur. (2007.) zaključuju prema koeficijentu varijacije, da se uniformnost postiže odabirom odgovarajućih rasprskivača, tipa rasprskivača, ali je različita pri promjeni radnog tlaka. Drocas (2009a, 2009b) navodi ispitivanje različitih rasprskivača kada su krila prskalice postavljena horizontalno, ali i pod kutom. Istaknuo je da je pri horizontalno postavljenim krilima, uniformnost distribucije odlična, a kada su krila pod kutom, uniformnost distribucije izlazi izvan granica prihvatljivosti.

Zadatak rada se ogleda u mjerenju poprečne distribucije sprej skenerom rasprskivača s različitim načinom dezintegracije mlaza pri različitom tlaku i kutu krila prskalice. Cilj istraživanja je utvrđivanje utjecaja tlaka i kuta krila aplikacije na ujednačenost aplikacije različitih rasprskivača. Dobiveni podatci će dati matematički model pomoću kojeg je moguće izračunati koeficijent varijacije pri različitim eksploatacijskim parametrima.

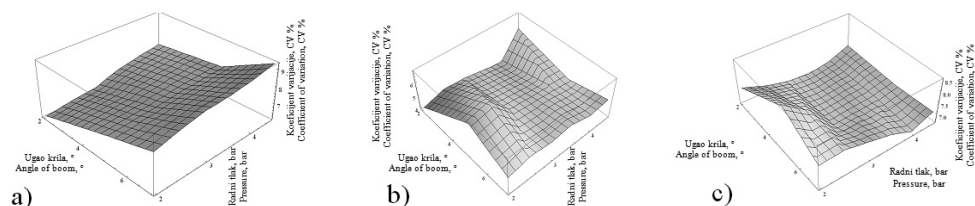
## Materijal i metode

Poprečna distribucija rasprskivača mjerena je sprej skenerom dimenzije 1,2 m x 0,8 m. Mjerenje je izvršeno u skladu sa EN 13790-1 (2009.). Na oba krila ukupnog konstrukcijskog zahvata 6 m na nosaču rasprskivača postavljena su tri različita rasprskivača tvrtke Lechler i to sa oznakama LU 120-04, IDK 120-04 i IDKT 120-04. Navedeni instrument bilježio je protok svakih 0,8 m radnog zahvata krila prskalice, na ukupno 6 m radnog zahvata. Vlažnost zraka prelazila je 70 % dok se temperatura kretala oko 23 °C. Mjerenje je izvršeno u 3 ponavljanja pri različitim tlakovima i položajima krila. Probni stol za ratarske prskalice podešen je da klipno-membranska pumpa s dvije komore napaja krila radnom tekućinom (u ovom slučaju je to bila voda iz vodovoda) bez prestanka, pri broju okretaja od 540 o/min. Navedeni rasprskivači su izbacivali radnu tekućinu pod tlakom od 2 bara, 2,5 bara, 3 bara, 3,5 bara, 4 bara i 4,5 bara i pod kutom krila od 2 °, 5 ° i 7 °. Visina krila od sprej skenera iznosila je 0,5 m.

Statistička obrada dobivenih podataka izvršena je u Statsoftovom programu Statistika 12 (Statsoft Statistika 12). Zavisna varijabla su dobiveni podaci sa sprej skenera dok su nezavisne varijable različiti radni tlakovi, rasprskivači i položaj krila (kut krila). Matematički model promjene koeficijenta varijacije definiran je u programu Wolfram Mathematica 9.

## Rezultati i rasprava

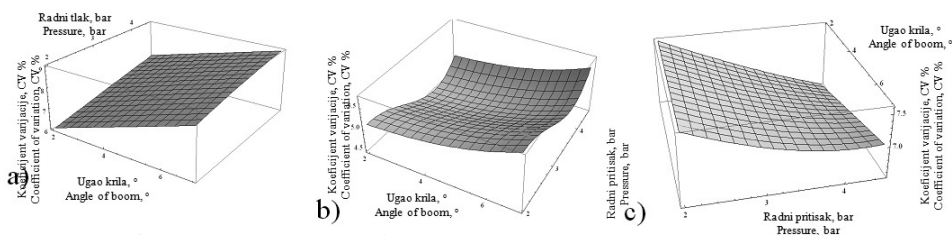
Pokazatelj homogenosti distribucije predstavlja koeficijent varijacije koji je spomenut u prethodnom tekstu. To je izmjeren protok po jedinici površine, a zatim izračunata standardna devijacija da bi se na kraju uz pomoć standardne devijacije i aritmetičke sredine dobio koeficijent varijacije. Koeficijenti varijacije svih rasprskivača pri ispitivanim tlakovima i kutovima aplikacije, prikazani su na Slici 1.



Slika 1. Grafikoni koeficijenta varijacije pri određenom tlaku i kutu aplikacije svih ispitivanih rasprskivača: a) rasprskivač LU 120-04; b) rasprskivač IDK 120-04 c) rasprskivač IDKT 120-04

Prvi ispitivani rasprskivač LU 120-04 je rasprskivač s jednim ravnim mlazom. Na Slici 1. vidi da s povećanjem tlaka i kuta krila prskalice dolazi do povišenja koeficijenta varijacije. Pri nižim tlakovima aplikacije i malim kutovima krila prskalice koeficijent varijacije je prihvatljiv, do 7 %. S povećanjem kuta krila, kvaliteta aplikacije se pogoršava jer koeficijent varijacije raste preko 9 %. Maksimalna izmjerena vrijednost dobivena je pri maksimalnom testiranom tlaku od 4,5 bara i kutu krila prskalice od 7 °. Drugačija situacija je s injektorskim rasprskivačem s jednim mlazom IDK 120-04. Koeficijent varijacije kod ovog rasprskivača kreće se od 3,92 % do 5,48 %. Ovakve vrijednosti ukazuju na izuzetno uniformnu aplikaciju radne tekućine. Karakteristično za ovaj rasprskivač je da s povećanjem tlaka promjena uniformnosti distribucije je oblika kvadratne funkcije gledano za pojedinačne kutove krila aplikacije. Injektorski rasprskivač s dva mlaza koji je pod kutom od 60 ° bilježi niže vrijednosti koeficijenta varijacije sa srednjim tlakovima aplikacije. Najuniformnija distribucija postiže se sa srednjim tlakovima aplikacije od oko 3 bara do 3,5 bara. Pri ovim vrijednostima koeficijent varijacije je ispod 7 % što ukazuje na vrlo ujednačenu distribuciju tekućine po širini radnog zahvata prskalice. Oblik grafikona (Slika 1. c) je valovit što će utjecati na oblik matematičkog modela.

Statistička obrada dobivenih podataka izvršena je u StatSoft Statistica 12. Zavisna varijabla (Y) je koeficijent varijacije dok su nezavisno promjenjive rasprskivači, tlak i kut krila prskalice. Pokus je postavljen po planu hijerarhijskog dizajna (nested design) (Mason i sur., 2003.). U cilju utvrđivanja postojanja statistički značajnih razlika prosječnih vrijednosti koeficijentata varijacije ovisno o promatranim faktorima, primijenjeni su F-testovi, dok je za usporedbu aritmetičkih sredina parova tretmana primijenjen Duncanov test. Tlak ima statistički značajnu utjecaj na kvalitetu distribucije radne tekućine po jedinici površine radnog zahvata krila prskalice kod svih rasprskivača. Kod svih rasprskivača postoji statistički značajna razlika u koeficijentima varijacije pri različitim tlakovima aplikacije. Međutim, kut aplikacije pesticida ne utječe na koeficijent varijacije svakog pojedinačnog rasprskivača. Kod svakog rasprskivača dobiveno je da nema statistički značajne razlike u uniformnosti distribucije pri aplikaciji pod različitim kutovima krila prskalice. Nakon crtanja grafikona prikazanih na Slici 2. i statističke obrade, za formiranje matematičkog modela sagledani su oblici i tok površine koje su formirane ovisno o rasprskivaču, kutu aplikacije i tlaku aplikacije. Prema formiranim grafovima, ove promjene su nelinearne značajke oblika polinoma trećeg stupnja. Dobile su značajke približno opisuju površinu promjene koeficijenta varijacije ovisno od čimbenika radnog tlaka i kuta aplikacije. Konačan oblik funkcije koja opisuje površinu za svaki pojedinačni rasprskivač prikazan je na Slici 2.



Slika 2. Grafikoni matematičkih modela koeficijenta varijacije pri određenom tlaku i kutu aplikacije svih ispitivanih rasprskivača

Funkcije za svaki pojedinačni rasprskivač su oblika:

**LU 120-04:**  $3.95732 + 0.484831 x + 0.571189 y - 0.00632805 x y^2$

**IDK 120-04:**  $0.00191241 x^3 + 5.9938 y - 2.23013 y^2 + 0.253066 y^3$

**IDKT 120-04:**  $8.62234 - 0.50813 y - 0.00434287 x y^2 + 0.00204055 x y^3$

Koeficijent  $x$  označava kut krila prskalice za koeficijent  $y$ , radni tlak. Njihovom zamjenom dobiva se koeficijent varijacije i na taj način se utvrđuje kvaliteta aplikacije krila prskalice. Koeficijent determinacije kod svih modela je veći od 0,99 što ukazuje na to da se model i izmjereni podaci podudaraju. Preciznije, grafikoni izmjerenih podataka i grafikoni modela se podudaraju u više od 99 %.

## Zaključak

Promjene u uniformnosti distribucije različitih rasprskivača pri određenim tlakovima aplikacije i kutu krila prskalice imaju sljedeće posljedice:

- ujednačenost aplikacije radne tekućine kod svih rasprskivača je različita uslijed načina dezintegracije tekućine
- tlak statistički značajno utječe na promjenu koeficijenta varijacije kod svih rasprskivača
- može se sa 95 % sigurnosti tvrditi da kut krila nema utjecaja na kvalitetu aplikacije radne tekućine po jedinici radnog zahvata krila prskalice
- injektorski rasprskivač s jednim mlazom IDK 120-04 pokazuje izuzetno uniformnu distribuciju radne tekućine pri svim ispitivanim parametrima
- najneujednačenija aplikacija radne tekućine zabilježena je kod LU 120-04 rasprskivača.

Pomoću dobivenih matematičkih modela moguće je dobiti kolika je uniformnost distribucije ispitivanih rasprskivača s velikom preciznošću. Ovi modeli mogu pomoći korisnicima rasprskivača odabrati adekvatne eksploatacijske parametre pri aplikaciji pesticida što može dovesti do ekonomske uštede i smanjenje zagađenja okoliša.

## Literatura

1. Balsari, P., Airoidi, G., Tamagnone, M. (1994): Boom sprayer transverse distribution uniformity (as CV) and treatment effectiveness: first results. Ag. Eng.
2. Bayat, A., Yarpuz-Bozdogan, N. Y. (2005): An air-assisted spinning disc nozzle and its performance on spray deposition and reduction of drift potential. Crop Prot. 24:651-960.
3. Bugarin, R., Sedlar, A., Turan, J. (2013): Injektorski rasprskivači za smanjenje gubitaka usled drifta kod zaštite ratarskih kultura. Biljni lekar, vol. 41, br. 3, str. 370-376, 2013.
4. Drocas, A., Molnar, A., Marian, O., Stănilă, S., Ranta, O. (2009a): Determination of distribution uniformity for EEP-600 sprayer equipped with IDK 120-02 nozzle. USAMV Bucharest, Series A, vol. 52.
5. Drocas, I., Molnar, A., Marian, O., Muntean, M., Stănilă, S., Ranta, O. (2009b): Influence of Boom Inclination Angle on Uniformity Distribution for Spraying Machines. Bulletin UASVM Agriculture, 66 (1)/2009 Print ISSN 1843-5246; Electronic ISSN 1843-5386.
6. Faqiri, N. L., Krishnan, P. (2005): Effect of nozzle pressure and wind condition on spray pattern displacement of RF5 and 110-5R nozzles. Applied Engineering in Agriculture, vol. 21(5): 747-750. St. Joseph, MI: ASAE.
7. Javier, A. V., Gilberto, C., Casimiro, D. G., Luiz, R. P. T. (2008): Effectiveness of the standard evaluation method for hydraulic nozzles employed in stored grain protection trials. Revista. Colombiana de Entomología. 34(2):182-187.

8. Jean, P. D., Antoine, P., Pierre, F. (2012): Simulating cov from nozzles spray distribution: A necessity to Investigate spray distribution quality with drift reducing surfactants. International Conference on Agricultural Engineering. CIGR-Ageng, 8-12 Juillet. Valence. Spain.
9. Lardoux, Y., Sinfort, C., Enfält, P., Sevilla, F. (2007): Test method for boom suspension influence on spray distribution, Part I: Experimental study of pesticide application under a moving boom. *Biosyst. Eng.* 96(1):2939.
10. Sedlar, A., Bugarin, R., Višacki, V., Zoranović, M., Milovac, Ž. (2013): Uopredna analiza kvaliteta i efikasnosti tretiranja uljane repice različitim tipovima rasprskivača. *Savremena poljoprivredna tehnika*, vol. 39, br. 2, str. 77-84.
11. Sidahmed, M. M., Awadalla, H. H., Haidar, M. A. (2004): Symmetrical multi-foil shields for reducing spray drift. *Biosyst. Eng.* 88(3):305-312.
12. Smith, D. B., Bode, L. E., Gerard, P. D. (2000): Predicting ground boom spray drift. *Transactions of ASAE*, 43(3): 547-553.
13. Womac, A. R., Etheridge, R., Seibert, A., Hogan, D., Ray, S. (2001): Sprayer speed and venturi-nozzle effects on broadcast application uniformity. *Transactions of the ASAE* 44(6): 1437-1444.
14. Standard EN 13790 (2009): Agricultural machinery – sprayers – inspection of sprayers in use – part 1: field crop sprayers. Serbian language.
15. Lechler GMBH, Ulmer Strasse 128, 72555 Metzingen, Germany.
16. Mason, R. L., Gunst, R. F., Hess, J. L. (2003): *Statistical Design and Analysis of Experiments: With Applications to Engineering and Science*. 2nd Edn., John Wiley and Sons, New Jersey, ISBN:0471372161, pp: 728.

## Uniformity of pesticides application and model of coefficient variation changing of boom at angle

### Abstract

Exploitation factor of sprayers distribution uniformity are the type of nozzles, height of boom, speed and operating pressure. As there are several types of nozzles, they are characterized by a different ways of working fluid disintegration. Besides of operating parameters, on the uniformity of distribution don't affects just the way of working fluid disintegration also angle of the boom caused by microrelief.

In laboratory conditions it was measured horizontal distribution of three nozzles which are LU 120-04, IDK 120-04 and IDKT 120-04, at pressures 2 bar, 2.5 bar, 3 bar, 3.5 bar, 4 bar and 4.5 bar, and 0.5 m height of boom and also at 2°, 5° and 7° boom angle. Uniformity of distribution directly dependent on the disintegration mode of nozzles and working pressure. Injector nozzle with a single jet, IDK 120-04 shows an extremely uniform distribution at all tested parameters but it is not case with LU 120-04 nozzles. Angle of the boom does not significantly affect on the uniformity of distribution. The presented mathematical models can help users of nozzles in order to select appropriate exploitation parameter of pesticide application which can lead to economic benefits and reduction of environmental pollution.

**Key words:** nozzle, type of nozzles, operating pressure, angle of the boom, uniformity of distribution.

**Napomena:** Rad predstavlja dio istraživanja na projektu TR – 31025: *Razvoj novih sorti i poboljšanje tehnologije proizvodnje uljanih biljnih vrsta za različite namene*, koje financira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

## Utjecaj veličine i nagiba parcele na učinkovitost rada strojeva za spremanje krme

Miomir Stojnović<sup>1</sup>, Marcela Andreato Koren<sup>1</sup>, Dražen Čuklić<sup>1</sup>, Željko Horvatinčić<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo Horvatinčić, Gusakovec, Gornja Stubica, Hrvatska

### Sažetak

U radu je istraživana utjecaj veličine i nagiba parcele na učinkovitost rada strojeva za spremanje krme. Istraživanje je provedeno na Obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Horvatinčić koje se bavi proizvodnjom mlijeka. Na gospodarstvu je 57 krava i podmladak. Gospodarstvo obrađuje 58 ha oranica i 61 ha prirodnih travnjaka. U radu je korištena metoda kronometrijskog praćenja učinkovitosti rada strojeva za spremanje krme na parcelama različite veličine i nagiba. Matematičkim izračunom određena je prosječna proizvodnost rada strojeva, a dobiveni podaci obrađeni su korištenjem statističkog programskog paketa u MS Excellu. Istraživanje je pokazalo da veličina i nagib parcele statistički značajno utječu ( $P < 0.05$ ) na radnu učinkovitost diskosne kosilice, dok su utvrđene razlike u učinkovitosti kod rotacijskog okretača sijena statistički značajne s obzirom na nagib terena i veličinu parcela, izuzev između parcela veličine 0,5-1,5 ha i >1,5 ha u ravnici ( $P = 0,057$ ), odnosno između parcela <0,5 ha i 0,5-1,5 ha na brdovitom terenu ( $P = 0,129$ ). Kod rotacijskih grablji za sijeno razlike u radnoj učinkovitosti statistički su značajne s obzirom na veličinu i nagib parcela, dok statistička značajnost nije utvrđena između parcela veličine 0,5-1,5 ha i >1,5 ha i u ravnici i na brdovitom terenu.

**Ključne riječi:** strojevi za spremanje krme, učinkovitost rada, veličina i nagib parcele

### Uvod

Za uspješnu proizvodnju mlijeka nužno je, između ostalog, osigurati odgovarajuću količinu kvalitetne voluminozne krme, bilo da se radi o svježoj zelenoj krmi, sijenu, sjenaži ili silaži. Za spremanje voluminozne krme koriste se linije strojeva koje se sastoje od kosilica, kosilica-gnječilica-kondicionera, rastresača-okretača za sušenje sijena, grablji za sijeno, preša sakupljačica, samoutovarnih prikolica i drugih strojeva. Da bi se spremanje krme obavilo pravovremeno, s obzirom na klimatske i edafske uvjete i fenološke faze rasta i razvoja, uz što veću kvalitetu i što manje gubitke, strojevi za spremanje krme moraju biti odgovarajućeg kapaciteta i strukture, uz usklađenost svih strojeva u liniji. Kod izbora linije strojeva za spremanje krme veliku pozornost treba obratiti na zahvate i kapacitet strojeva (Horvatinčić, 2012.). Brčić (1964.) navodi da učinak u košnji travkosilicom prvenstveno ovisi o konstruktivnom zahvatu, radnoj brzini, tehničkoj ispravnosti i eksploatacionoj pouzdanosti stroja, stanju terena, vještini traktoriste i vrsti kulture. Što se tiče radnog zahvata travkosilice, isti autor (Brčić, 1964.) navodi da se u praksi može računati da će on biti 8–12 % manji od konstruktivnog zahvata. Na gubitke hranjivih tvari prilikom provenjavanja i sušenja krme utječe disanje, otresanje lišća i prokišnjavanje. Prema

Vraniću (2012.), kod provenjavanja travne mase do 24 h i kraće, gubici suhe tvari iznose 10-30 g/kg svježe travne mase, dok kod dugotrajnog sušenja mogu iznositi i do 130 g/kg. Landeka (1996.) navodi da, kad se sijeno suši u polju, gubici hranjivih tvari zbog disanja iznose 5-15 %, mrvljenja i otpadanja lišća 5-40 % i zbog prokišnjava 5-10 %, pri čemu su važni činioci spremanje, tok i trajanje sušenja, vremenski uvjeti, oborine i mehanizacija, a na gubitke značajno utječe i organizacija rada.

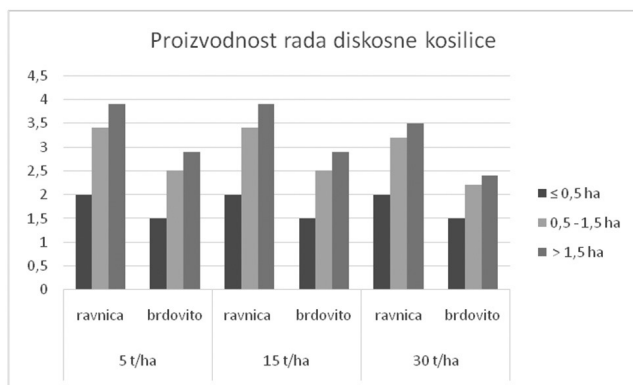
S obzirom da na učinkovitost rada strojeva za spremanje krme utječe i veličina parcela i nagib terena, provedeno je istraživanje utjecaja veličine i nagiba parcele na radnu učinkovitost strojeva za spremanje krme.

## Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na Obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Horvatinić smještenom u Gusakovcu, Gornja Stubica, u Krapinsko-zagorskoj županiji. Gospodarstvo posjeduje farmu s 57 muznih krava i podmlatkom, obrađuje 58 ha oranica i 61 ha prirodnih travnjaka. Istraživanje je provedeno u razdoblju od 02. 05. – 31. 08. 2012. kronometrijskim snimanjem utroška vremena u radu rotacijske kosilice radnog zahvata 2,8 m, rotacijskog okretača sijena radnog zahvata 5,5 m i rotacijskih grablji za sijeno s dva rotora radnog zahvata 6 – 6,6 m. Svi strojevi radili su u agregatu s istim traktorom instalirane snage 78 kW. Strojevi su praćeni u radu na parcelama različite veličine (od 0,2 – 7,5 ha), na nagnutim i na ravnim terenima. Temeljem utrošenog radnog vremena i veličine parcele izračunata je prosječna radna učinkovitost, a dobiveni podaci statistički su obrađeni programskim paketom u MS Excellu. Značajnost razlika utvrđena je t-testom.

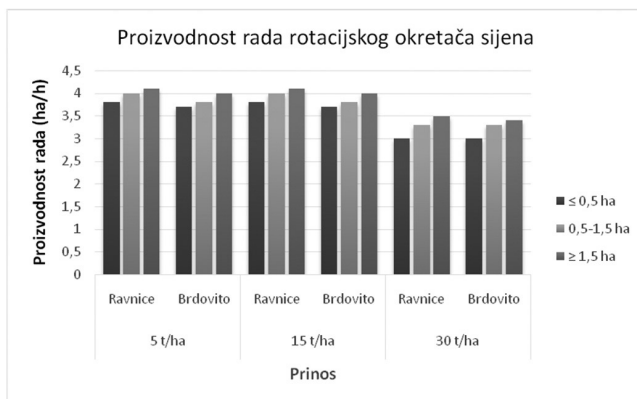
## Rezultati i rasprava

Radna učinkovitost diskosne kosilice prikazana je u Grafikonu 1. Prinos krme kretao se je od 5 – 30 t/ha, no to nije znatnije utjecalo na učinak u košnji. Statistički najveći utjecaj ima nagib parcele ( $P < 0,001$ ), a statistički značajne razlike su zabilježene i s obzirom na veličinu parcele, pri čemu je razina značajnosti između parcela  $< 0,5$  ha i parcela 0,5-1,5 ha  $P < 0,01$  u ravnici, odnosno  $P < 0,05$  na brdovitom terenu, između parcela  $< 0,5$  ha i parcela  $> 1,5$  ha  $P < 0,01$  u ravnici i  $P < 0,05$  na parcelama s nagibom, dok je značajnost razlika između parcela veličine 0,5-1,5 ha i  $> 1,5$  ha zabilježena uz razinu značajnosti  $P < 0,05$  i na parcelama u ravnici i s nagibom.



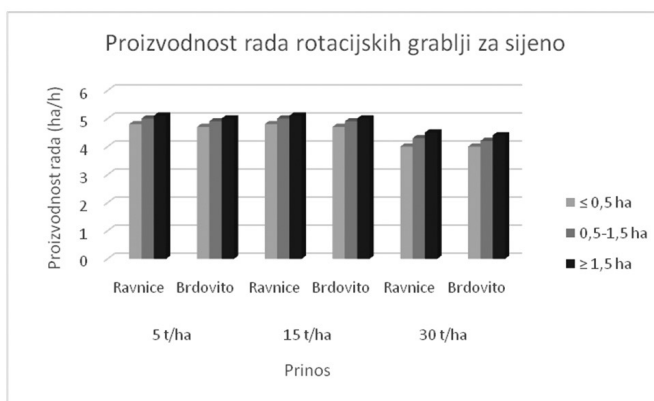
Grafikon 1. Radna učinkovitost diskosne kosilice

U Grafikonu 2. prikazana je proizvodnost rada rotacijskog okretača sijena radnog zahvata 5,5 m. Statistički značajne razlike utvrđene su s obzirom na nagib terena i veličinu parcela, izuzev između parcela 0,5-1,5 ha i parcela >1,5 ha u ravnici (P=0,057) i između parcela <0,5 ha i parcela 0,5-1,5 ha na nagnutim terenima.



Grafikon 2. Radna učinkovitost rotacijskog okretača sijena

U Grafikonu 3. prikazana je proizvodnost rada rotacijskih grablji s 2 rotora, radnog zahvata 6-6,6 m. Statistički značajne razlike u proizvodnosti rada utvrđene su s obzirom na nagib i veličinu parcela, izuzev između parcela veličine 0,5-1,5 ha i parcela >1,5 ha u ravnici i na nagnutim terenima (P=0,057).



Grafikon 3. Proizvodnost rada rotacijskih grablji za sijeno



## Zaključak

Istraživanje radne učinkovitosti strojeva za spremanje krme pokazalo je slijedeće:

Na radnu učinkovitost rotacijske kosilice statistički značajno je utjecala i veličina parcele i nagib terena.

Nisu utvrđene statistički značajne razlike učinka rotacijskog okretača sijena između parcela veličine 0,5-1,5 ha i parcela >1,5 ha u ravnici, te između parcela <0,5 ha i parcela 0,5-1,5 ha na nagnutim terenima.

Kod rotacijskih grablji statistički značajne razlike učinka utvrđene su s obzirom na veličinu i nagib parcela, izuzev između parcela veličine 0,5-1,5 ha i parcela >1,5 ha i u ravnici i na nagnutim terenima.

## Literatura

1. Brčić, J. (1964): Mehanizacija rada u stočarstvu, I dio. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
2. Horvatinčić, Ž. (2012): Linija strojeva za spremanje krme na OPG Horvatinčić, završni rad, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci.
3. Landeka, S. (1996): Mehanizacija poljoprivredne proizvodnje. Rotograf, Vinkovci.
4. Vrančić, M. (2012): Siliranje trava i mahunarki. Gospodarski list, Zagreb.

## The effect of plot size and inclination on forage machines performance

### Abstract

The paper deals with the influence of plot size and inclination on forage machine performance. The research was conducted on family farm Horvatinčić engaged in the production of milk. There are 57 dairy cows and offspring on the farm, with 58 ha of arable land and 61 ha of natural grasslands. The method of chronometric monitoring of forage machines work efficiency was used on plots of different sizes and inclination. Mathematical calculation was used to determine the average labour productivity of machines and the resulting data were analyzed using the statistical software package in MS Excell. Research has shown that the size and inclination of the plot significantly affected ( $P < 0.05$ ) the performance of Disc mower, while the determined difference in performance for rotary tedder was statistically significant due to the inclination of the terrain and the size of the plot, except between plots 0.5-1.5 ha and plots >1.5 ha in the plain ( $P = 0.057$ ), and between plots <0.5 ha in size and 0.5-1.5 ha in hilly terrain ( $P = 0.129$ ). Differences in performance of rotary rakes were statistically significant with respect to the size and the inclination of the plot, while statistical significance was not found between plots 0.5-1.5 ha in size and >1.5 ha in the plain and in hilly terrain.

**Key words:** forage machines, performance, plot size and inclination



**Zahvaljujemo sponzorima:**

BASF

SPIN INFORMATICA

BAYER

HOTEL LAV

ZAVOD ZA UNAPREĐIVANJE SIGURNOSTI